

**INTEGRASI PERANGKAT LUNAK UNTUK ANALISA GELOMBANG
ACA K DAN GAYA GELOMBANG DI LABORATORIUM LINGKUNGAN
DAN ENERGI LAUT, JURUSAN TEKNIK KELAUTAN, FTK - ITS**

Nama Mahasiswa : Arief Nur Yulianto
NRP : 4309 100 012
Jurusan : Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, ITS
Dosen Pembimbing : Haryo Dwito Armono, S.T., M.Eng., Ph.D.
Sujantoko, ST. MT.

ABSTRAK

Perencanaan merupakan suatu proses yang sangat penting di dalam merancang konstruksi, baik itu konstruksi di darat ataupun di laut. Laboratorium Lingkungan dan Energi Laut, Jurusan Teknik Kelautan, FTK-ITS sering digunakan untuk merencanakan konstruksi bangunan laut. Namun di laboraorium ini belum memiliki perangkat lunak yang terintegrasi untuk memproses dan menganalisa data hasil pengujian. Ketersediaan perangkat lunak dalam pengujian fisik suatu model struktur mempunyai peran yang sangat penting dikarenakan pentingnya nilai dari *output* data yang nantinya akan menentukan langkah lebih lanjut dalam membangun suatu struktur. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan perangkat lunak dengan metode mengintegrasikan langkah kalibrasi dan validasi input dan output dari percobaan yang dilakukan di kolam uji. Penyusunan perangkat lunak ini dilakukan dengan menggunakan MATLAB 2010a dan memiliki user interface yang memudahkan pengguna. Kemampuan dari perangkat lunak ini telah diuji dengan memproses beberapa data hasil running yang telah dilakukan peneliti yang lain dan menghasilkan kesimpulan bahwa semakin besar gaya gelombang yang terjadi maka semakin besar pula tegangan yang terjadi pada tali.

Kata kunci: MATLAB, perangkat lunak, gaya gelombang, gelombang acak

**RANDOM WAVE AND WAVE FORCE ANALYSIS INTEGRATION
SOFTWARE FOR ENERGY AND OCEAN ENVIRONMENTAL
LABORATORY, DEPARTEMENT OF OCEAN ENGINEERING, FTK -
ITS**

Student Name : Arief Nur Yulianto
NRP : 4309 100 012
Department : Ocean Engineering, Faculty of Marine Technology,
ITS
Supervisors : Haryo Dwito Armono, S.T., M.Eng., Ph.D.
Sujantoko, ST. MT.

ABSTRACT

Planning is a process that is extremely important in design, construction. The construction of both on land and at sea. The energy, the environment, and the sea the marine engineering, ftk-its often used for planning the construction of the sea. But this isn't have the software laboratory integrated for and analyzed data processing of user testing, Soft ware in the physical structure, of a model has a very crucial role, because of the importance of the output data will determine further steps to build a structure. It aims to develop the software and integrating the calibration by the input and output of validation experiments conducted in the test. The software is to be done by using matlab 2010a and a user interface that's easy for users. Capability of this software has tested by processing some data running by researchers and yield conclusions that of waves getting bigger and bigger and it is the tension that occurs at a rope.

Keywords: matlab, software, waves force, iregular wave

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Penggunaan laboratorium saluran gelombang dalam uji fisik telah banyak digunakan. Pengujian ini lebih banyak dilakukan untuk pengujian perilaku gelombang di sekitar bangunan pantai seperti breakwater dan bangunan lepas pantai lainnya. Calabrese, dkk (2007), saluran gelombang di University of Napoli Federico II yang menguji *breakwater* terendam dalam hal *wave breaking* dan efek dari interaksi gelombang dan struktur secara kualitatif maupun kuantitatif. Perangkat lunak yang digunakan dalam pengujian model fisik suatu struktur di laut dan analisa hasilnya sudah banyak diproduksi dan dipatenkan pada suatu fasilitas saluran gelombang di laboratorium. Beberapa perangkat lunak yang telah dikenal dalam proses pencatatan hasil uji fisik diantaranya, yaitu GEDAP oleh NRC Canadian Hydraulics Center, DHI AWACS dan DHI Wave Synthesizer oleh DHI, Denmark dan Aalborg University Wavelab oleh Aalborg University, HR-DAQ oleh konsultan inggris HR Wallingford.

Beberapa penelitian yang menggunakan uji fisik pada kenyataannya tidak pernah lepas dari perangkat lunak yang digunakan pada analisa output-nya. Chen et al (2007), mengamati propagasi gelombang soliter dengan menggunakan MNDAS, Labtech Notebook dan LabVIEW. dalam penelitian ini chen juga membandingkan dari ketiga perangkat lunak yang digunakan. Calabrese, dkk (2007), yang hanya menggunakan *fast fourier transform technique* dengan menggunakan bahasa pemrograman tingkat rendah. Selain itu HR Wallingford sebuah lembaga penelitian di Inggris yang bergerak di bidang teknik sipil dan hidrodinamika lingkungan mengembangkan perangkat lunak untuk analisa gelombang di laboratorium dimana perangkat lunak ini dapat melakukan akusisi data sekaligus perhitungan spektra. Abdullah (2011), pada tugas akhirnya menggunakan bantuan program MATLAB untuk membuat perangkat lunak terintegrasi, namun hanya untuk analisa Gelombang acak saja.

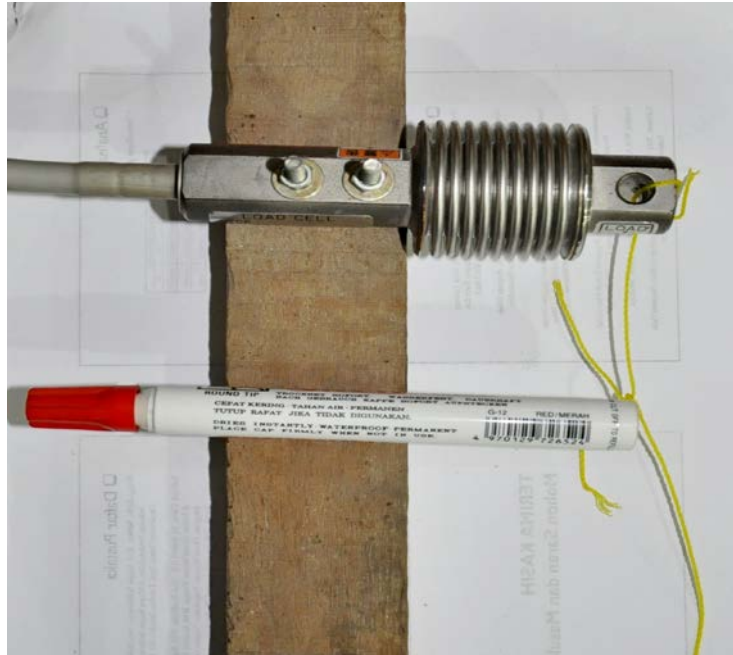
Penggunaan perangkat lunak diatas didasarkan atas penelitian yang menggunakan *wave probe resistance* sebagai perekam data gelombang pada uji fisik. Namun Rageh (2009), menggunakan kamera digital untuk merekam periode, panjang dan tinggi gelombang, yang dilakukan di Irrigation and Hydraulics Laboratory, Faculty of Engineering, El-Mansoura University, Mesir. Namun dalam pelaksanaannya perbedaan penggunaan alat yang digunakan bukanlah suatu hal yang mutlak sehingga harus diperbandingkan penggunaannya.

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Alat Uji Fisik

Penggunaan pemodelan fisik tidak lepas dari adanya sensor yang berfungsi sebagai alat ukur, sensor yang digunakan berjenis *load cell* dimana gaya yang bekerja berdasarkan prinsip deformasi sebuah material akibat adanya tegangan mekanis yang bekerja. Tegangan mekanis yang bekerja pada alat ini di dasarkan pada hukum Hooke, dimana hubungan antara tegangan mekanis dan deformasi yang terbentuk disebut regangan. Pada percobaan ini yang digunakan adalah load cell yang berjenis tahanan, prinsipnya alat ini bila suatu kawat ditarik, maka kawat akan memanjang dan penampang mengecil sehingga tahanan listrik akan bertambah. Sehingga apabila kawat diletakkan pada suatu benda yang diberi beban maka kawat akan memanjang atau memendek sesuai dengan regangan yang dialami, perubahan tahanan ini dapat dikalibrasikan menjadi regangan.

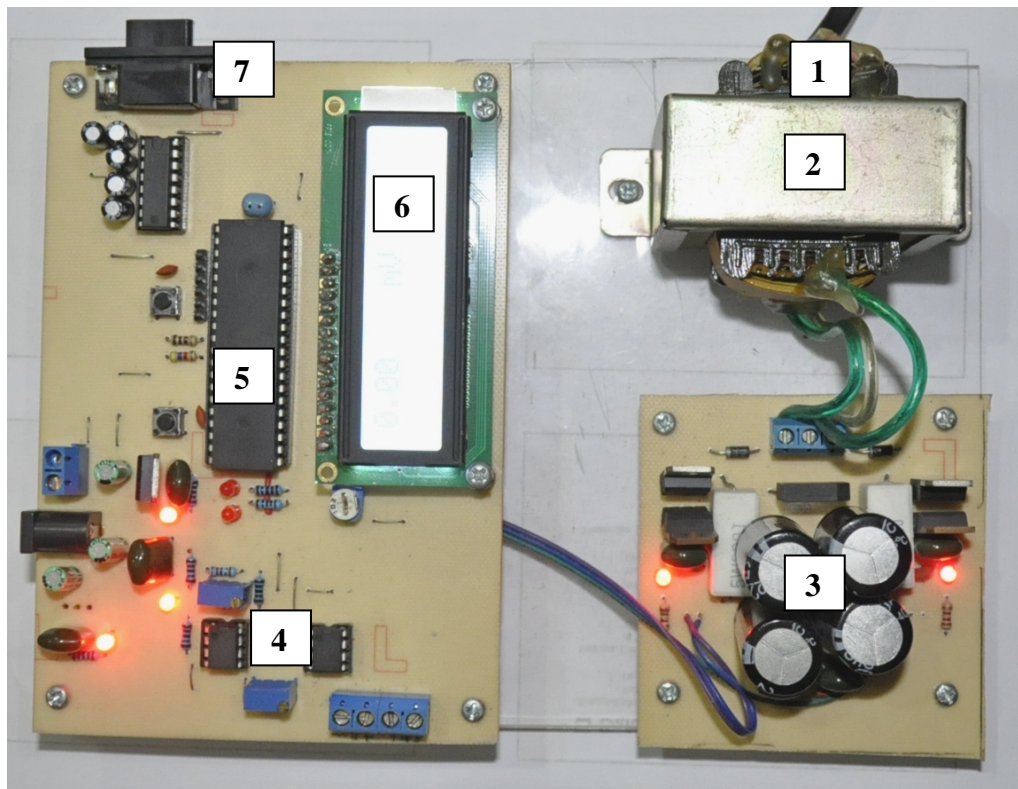
Penggunaan perangkat uji pada gelombang acak dan gaya gelombang ini adalah sebagai alat yang digunakan untuk mengkorelasi hubungan antara arus listrik dengan elevasi muka air maupun gaya, sehingga akan diketahui hubungan antara gaya dengan elevasi muka air.



Gambar 2.1 Alat uji fisik sensor *load cell* Kyowa LUB-B 5 to 50 KB

Cara kerja alat ini dengan menghasilkan tegangan yang nantinya di catat oleh komputer pada tingkatan sampling yang dibutuhkan, pada saat posisi gelombang melewati model fisik maka komputer akan mencatat kondisi arus pada model.

Sensor *load cell* ini tidak bekerja secara mandiri, masih diperlukan lagi alat yang berfungsi untuk menguatkan tegangan (voltage) yang dihasilkan sensor, tegangan yang dibaca menghasilkan data analog yang kemudian diubah oleh rangkaian ADC (*Analog To Digital Converter*) menjadi data digital.



Gambar 2.2 Rangkaian ADC dan penguat

Adapun keterangan penomoran pada gambar sebagai berikut:

- Nomor 1 : *Power supply*, berfungsi sebagai sumber listrik ke rangkaian penguat dan ADC karena rangkaian ini membutuhkan listrik untuk pengoperasionalannya.
- Nomor 2 : Transformator, berfungsi menurunkan tegangan dari *power supply*.
- Nomor 3 : Penyearah, berfungsi mengubah dari tegangan AC ke DC.
- Nomor 4 : Rangkaian penguat Op-Amp (*Operational Amplifier*), berfungsi menguatkan tegangan yang dihasilkan oleh sensor,
- Nomor 5 : Rangkaian ADC *microcontroller*, berfungsi mengubah data analog yang dihasilkan oleh sensor menjadi data digital.
- Nomor 6 : LCD, berfungsi menampilkan hasil pembacaan sensor.
- Nomor 7 : *Connector serial to port*, berfungsi menampilkan data digital ke komputer atau laptop.

Keuntungan dari menggunakan model ini, dapat mengintegrasikan semua persamaan pembangkit suatu proses tanpa adanya penyederhanaan asumsi,

tersedianya data yang akurat. Perangkat sensor *load cell* yang terdapat di Laboratorium Lingkungan dan Energi Laut belum terkalibrasi dengan sempurna, sehingga dengan ketidak sempurnaan kalibrasi dari *load cell* ini akan diketahui nilai *error* yang terjadi pada perangkat, yang nantinya dapat digunakan sebagai patokan untuk kalibrasi ulang pada sensor *load cell*.

2.2.2. Regresi Linear dan Korelasi

Regresi merupakan suatu alat ukur yang digunakan untuk mengkorelasi antar variabel. Analisa regresi mempelajari tentang hubungan yang diperoleh sehingga dikeluarkan dalam bentuk hasil persamaan matematika yang menyatakan hubungan fungsional antara variabel – variabel. Analisa regresi merupakan kajian terhadap hubungan satu variabel yang bersifat mengikat dan satu variabel lainnya yang bersifat bebas, dapat disebut juga variabel yang menerangkan dan diterangkan.

Regresi linear lebih akurat apabila dilakukan analisa korelasi, dengan analisa korelasi tingkat perubahan suatu variabel dapat ditentukan.

$$R = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2][n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2]}} \quad (2.1)$$

dengan:

n = Banyak data pasangan

y_i = Variabel terikat y ke- i

x_i = Variabel bebas x ke- i

R = Korelasi linier

Kriteria korelasi linear dikatakan sempurna apabila memenuhi syarat – syarat yang telah ditentukan seperti di bawah ini

- Korelasi positif, jika $R > 0$
- Korelasi negatif, jika $R < 0$
- Tidak ada korelasi, jika $R = 0$
- Korelasi sempurna, jika $R = 1$ atau $R = -1$

Sedangkan untuk regresi linear digunakan persamaan

$$y = ax + b \quad (2.2)$$

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2} \quad (2.3)$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} \Leftrightarrow a = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} - b \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (2.4)$$

dengan:

n = Banyak data pasangan

y_i = Variabel terikat y ke- i

x_i = Variabel bebas x ke- i

y = Variabel terikat

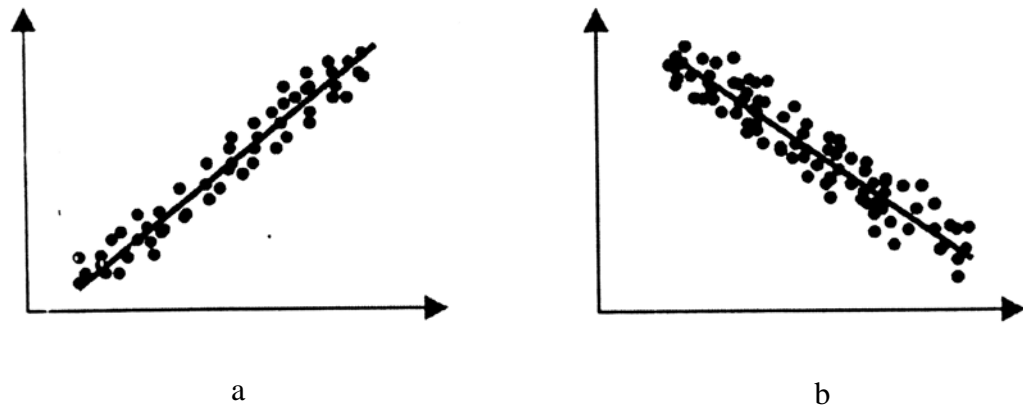
x = Variabel bebas

a = Gradien regresi

b = *Intercept*

Harinaldi (2005), dalam suatu persamaan regresi hendak ditentukan dan digunakan untuk menggambarkan pola atau fungsi hubungan yang terdapat antar variabel, variabel yang akan diestimasi nilainya disebut variabel terikat (*dependent variable* atau *response variable*) dan biasanya di plot pada sumbu tegak (sumbu – y). Sedangkan variabel bebas (*independent variable* atau *explanatory variable*) adalah variabel yang diasumsikan memberikan pengaruh terhadap variasi variabel terikat dan biasanya diplot pada sumbu datar (sumbu – x).

Selain menampilkan hasil perhitungan berupa angka, perhitungan regresi dan korelasi juga dapat ditampilkan dalam bentuk grafik, grafik yang digunakan adalah berupa grafik pencar atau *scatter diagram*. Jessica M (2005), diagram pencar adalah diagram yang menunjukkan tingkat hubungan korelasi antara 2 faktor dengan nilai kuantitatif.



Gambar 2.3 Diagram pencar (a) Linear positif (b) Linear negatif (Harinaldi, 2005)

2.2.3. Gelombang Acak

Djarmiko (2012), gelombang laut mempunyai bentuk dan arah gerakan tak beraturan/acak (random) dan tidak pernah berulang urutan kejadiannya, sehingga teori gelombang reguler tidak dapat secara langsung (deterministik) menjelaskannya. Newland (2005), secara matematis gelombang laut dapat dijelaskan sebagaimana halnya dengan sinyal acak pada bidang elektronika ataupun getaran sistem periodik dalam sistem mekanika. Proses dari gelombang acak ini dapat direpresentasikan oleh deret fourier yang memuat komponen – komponen periodik dengan frekuensi – frekuensi yang merupakan multiplikasi dari frekuensi dasar. Sehingga elevasi gelombang acak dapat dituliskan dalam bentuk persamaan.

$$\zeta(t) = \bar{\zeta} + \sum_{n=1}^N A_n \cos(\omega_n t) + B_n \sin(\omega_n t) \quad (2.5a)$$

$$A_n = \frac{2\pi}{T_H} \int_0^H \zeta(t) \cos(\omega_n t) dt \quad (2.5b)$$

$$B_n = \frac{2\pi}{T_H} \int_0^H \zeta(t) \sin(\omega_n t) dt \quad (2.5c)$$

Dengan demikian persamaan elevasi gelombang acak yang merupakan gabungan dari fungsi periodik dapat ditulis kembali dalam persamaan.

$$\zeta(t) = \bar{\zeta} + \sum_{n=1}^N \zeta_{0n} \cos(\omega_n t + \varepsilon_n) \quad (2.5d)$$

dengan:

ζ = elevasi

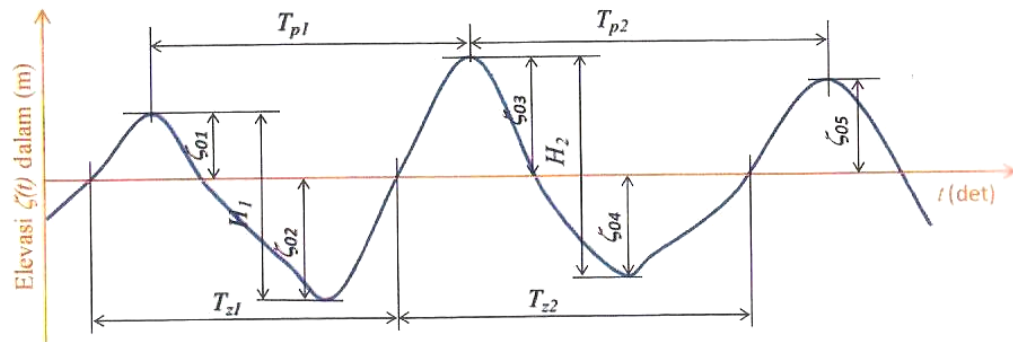
ω_n = frekuensi natural

ε_n = sudut fase

T_H = rentang waktu keseluruhan proses

Meskipun demikian, St Denis dan Pierson (1953), gelombang acak dapat dilihat sebagai superposisi dari banyak komponen gelombang reguler harmonis sederhana, yang masing-masing punya amplitudo, panjang, periode atau frekuensi dan arah propagasi sendiri. Konsep seperti itu bisa sangat berguna dalam banyak aplikasi, yang memungkinkan seseorang untuk memprediksi perilaku yang tidak teratur yang sangat kompleks dalam hal teori yang lebih sederhana yang kemudian dikenal dengan prinsip superposisi.

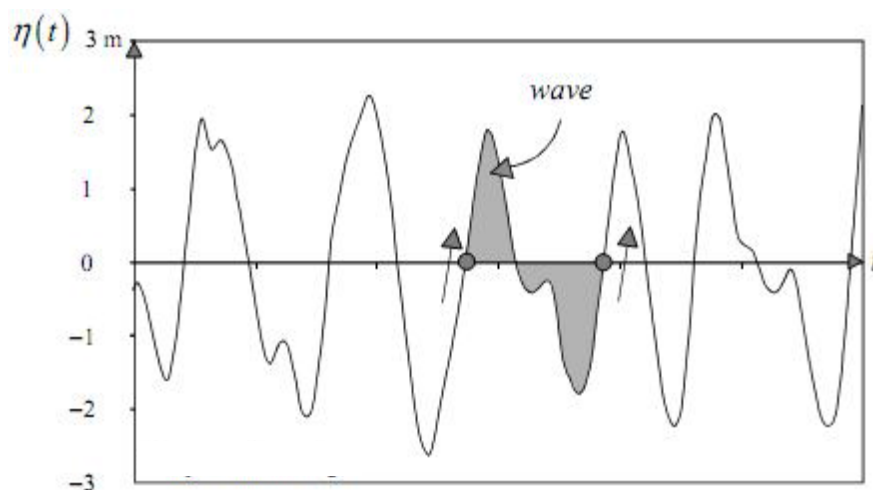
Sebelum menentukan ketinggian gelombang atau periode, maka perlu terlebih dahulu mendefinisikan apa yang dimaksud dengan gelombang. Banyak orang yang salah mengartikan gelombang laut itu merupakan bagian dari ketinggian permukaan laut. Sehingga kita harus membedakan antara elevasi permukaan dan gelombang. Dalam pencatatan waktu, ketinggian (elevasi) permukaan adalah elevasi seketika dari permukaan laut (yaitu pada setiap saat satu waktu) relatif terhadap beberapa tingkat referensi.



Gambar 2.4 Ilustrasi pengukuran parameter gelombang acak (Djutmiko, 2012)

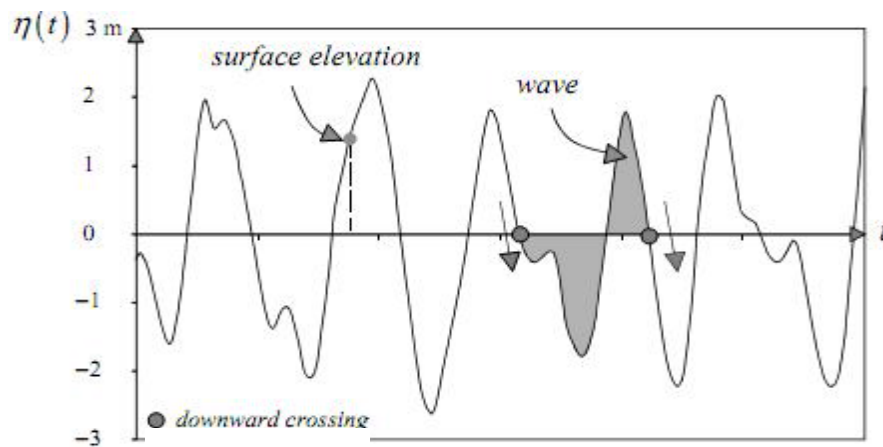
Pada gambar 2.4 parameter utama sebuah gelombang yakni tinggi gelombang, merupakan jarak vertikal antara titik maksimal puncak gelombang ke titik minimal lembah gelombang. Kedua adalah amplitudo gelombang, yaitu jarak vertikal dari puncak gelombang ke garis datum dan dari garis datum ke lembah gelombang. Parameter ketiga adalah periode, yang diukur antara kedua puncak gelombang. Parameter keempat adalah periode simpangan nol atau *zero crossing period*.

Zero crossing period adalah metode yang dilakukan dalam menganalisa gelombang kurun waktu pendek, dianalogikan sebagai permukaan laut yang terdiri dari satu puncak dan satu lembah.



Gambar 2.5 Ilustrasi Zero Up-Crossing (Holthuijsen, 2007)

Dalam penggunaannya *zero crossing period* dibagi menjadi dua, yaitu *zero upcrossing* dan *zero downcrossing*. Dalam metode *zero upcrossing* dilakukan pengukuran yang dimulai dari titik potong elevasi terhadap garis datum, kemudian naik menuju puncak diikuti dengan elevasi menurun sampai lembah gelombang dan naik lagi hingga titik potong datum seperti pada gambar 2.5.

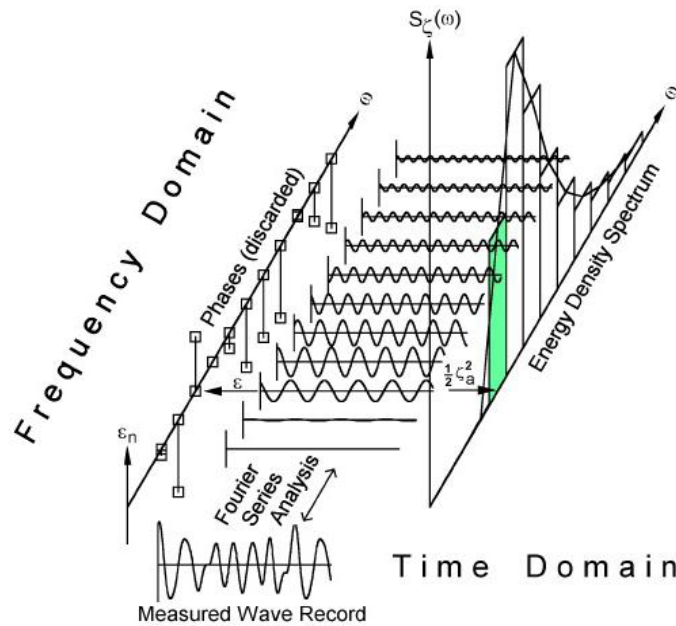


Gambar 2.6 Ilustrasi Zero Down-Crossing (Holthuijsen, 2007)

Untuk *zero downcrossing* sama halnya dengan *zero upcrossing* hanya kebalikannya saja seperti pada gambar 2.6.

2.2.4. Spektrum Energi

Dalam suatu pencatatan elevasi tinggi muka air biasa disajikan dalam bentuk *time domain*. Namun penyajian ini masih merupakan data yang sulit dibaca sehingga orang lebih suka menyajikan data tersebut menjadi *frekuensi domain*. Pengolahan data dari *time domain* menjadi *frekuensi domain* dapat dilakukan dengan menggunakan *fast fourier transform*.



Gambar 2.7 Ilustrasi Fast Fourier Transform (Journee, J.M.J and Pinkster, J, 2002)

Amplitudo untuk gelombang acak dapat ditunjukkan dengan menggunakan spektrum gelombang $S_{\zeta}(\omega)$

$$S_{\zeta}(\omega) = \sum_{\omega_n}^{\omega_n + \Delta\omega} \frac{1}{2} \zeta_{a_n}^2(\omega) \quad (2.6a)$$

Dengan melimitkan $\Delta\omega \rightarrow 0$ maka persamaan di atas menjadi

$$S_{\zeta}(\omega) = \frac{\zeta_{n0}^2}{2d\omega} \quad (2.6b)$$

Pada pergerakan ombak yang tidak teratur sering digambarkan oleh spektrum yang menunjukkan jumlah energi gelombang pada frekuensi gelombang yang berbeda. Sebuah spektrum ditunjukkan dengan merencanakan kepadatan spektra terhadap frekuensi. Dalam analisa spektrum energi gelombang, diperlukan data perencanaan gelombang selama minimal 15 – 20 menit. Prinsip analisa spektrum gelombang adalah mengurai suatu gelombang irregular menjadi susunan gelombang teratur, dari berbagai frekuensi dan tinggi gelombang. Untuk perhitungan momen spektra dapat menggunakan persamaan:

$$m_n = \int_0^\infty \omega^n S_\zeta(\omega) d\omega \quad (2.7)$$

Varian elevasi permukaan gelombang setara dengan luas area di bawah kurva spektrum gelombang, yang juga merupakan varian dari riwayat waktu gelombang.

$$m_0 = \int_0^\infty S_\zeta(\omega) d\omega \quad (2.8)$$

Periode rata – rata dapat ditentukan dengan persamaan :

$$\bar{T} = 2\pi \frac{m_0}{m_1} \quad (2.9)$$

Periode awal adalah periode gelombang pada saat energi gelombang maksimum terjadi. periode rata – rata dari puncak gelombang (T_p) adalah :

$$\bar{T}_p = 2\pi \sqrt{\frac{m_2}{m_4}} \quad (2.10)$$

Dengan *mean zero crossing period* (T_z) :

$$\bar{T}_z = 2\pi \sqrt{\frac{m_0}{m_2}} \quad (2.11)$$

Untuk gelombang signifikan, dapat dicari dengan bergantung pada bandwidth spektrum. Secara umum spektrum gelombang laut mempunyai band yang relatif sempit sehingga tinggi gelombang signifikan dapat diperoleh dengan persamaan :

$$H_{1/3} = 4\sqrt{m_0} \quad (2.12)$$

$$\bar{H} = 2,5\sqrt{m_0} \quad (2.13)$$

$$H_{1/10} = 1,27 H_{1/3} \quad (2.14)$$

$$H_{rms} = 0,556 H_{1/3} \quad (2.15)$$

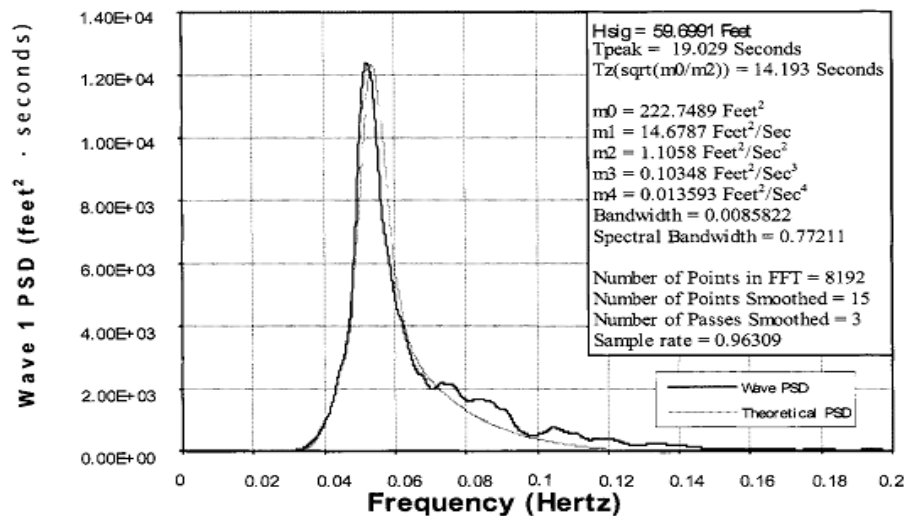
$$H_{max} = 1,77 H_{1/3} = 0,707 \ln (N) \quad (2.16)$$

Dengan N adalah merupakan jumlah gelombang. Maka untuk frekuensi rata – rata yang merupakan pusat spektra dan tinggi muka air dapat diperoleh dengan persamaan :

$$\bar{\omega} = \frac{m_1}{m_0} \quad (2.17)$$

Varian merupakan rata – rata hitung dari deviasi kuadrat setiap data terhadap rata – rata perhitungan, dalam contohnya pada analisa ini adalah varian sampel dimana dalam pencarian tingkat penyebaran digunakan standar deviasi yang berguna untuk menunjukkan penyimpangan data terhadap nilai rata – rata.

$$\sigma_0 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{N}} \quad (2.18)$$



Gambar 2.8 Contoh bentuk spektrum gelombang(Chakrabarti, 2005)

Rahman (1995), dalam perubahan grafik time domain ke frekuensi domain digunakan beberapa spektrum gelombang, yang sering digunakan diantaranya adalah Pierson-Moskowitz (P-M) untuk spektrum parameter tunggal, untuk parameter ganda dapat digunakan International Ship and Offshore Structures

Congress (ISSC), International Towing Tank Conference (ITTC) dan Join North Sea Wave Project (JONSWAP).

Model spektra P-M menggambarkan laut secara keseluruhan dan ditentukan oleh satu parameter, yaitu kecepatan angin. Pada aplikasinya, hembusan angin harus pada lokasi yang luas dengan kecepatan konstan dan dalam kurun waktu yang lama. Berdasarkan penggunaan parameter ini pemodelan spektra P-M dapat digunakan untuk mempresentasikan bentukan gelombang badai pada perencanaan bangunan lepas pantai. persamaan untuk spektra P-M ditulis seperti dibawah ini

$$S_{\zeta}(\omega) = 0,0081 \frac{g^2}{\omega^5} \exp\left\{-0,74 \left(\frac{g}{U_w \omega}\right)^4\right\} \quad (2.19)$$

Dikarenakan Pada parameter di atas, persamaan untuk spektra P-M menggunakan parameter tunggal yaitu U_w (kecepatan angin) sehingga tidak dimungkinkan untuk perkembangan jaman, oleh karena itu dimodifikasi untuk menggunakan dua parameter, H_s (tinggi gelombang signifikan) dan ω_0 (frekuensi dimensi puncak spektra)

$$S_{\zeta} = \frac{5}{16} H_s \frac{\omega_0^4}{\omega^5} \exp\left(-1,25\left[\omega/\omega_0\right]^{-4}\right) \quad (2.20)$$

Untuk spektra JONSWAP terdapat 5 parameter yang digunakan H_s (tinggi gelombang signifikan), γ (parameter ketinggian), ω_0 (frekuensi dimensi puncak spektra), τ_a (parameter bentuk a), τ_b (parameter bentuk b). Nilai dari parameter ini dapat berubah – ubah tergantung dari bentukan spektra yang ada. untuk persamaan spektra JONSWAP ditunjukkan sebagai berikut :

$$S_{\zeta} = \alpha g^2 \omega^{-5} \exp\{-1,25(\omega/\omega_0)^{-4}\} \gamma^{\exp\left\{\frac{(\omega-\omega_0)^2}{2\tau\omega_0^2}\right\}} \quad (2.21)$$

Dimana untuk parameter yang bersangkutan dengan persamaan spektra JONSWAP

$$\gamma = 3,3$$

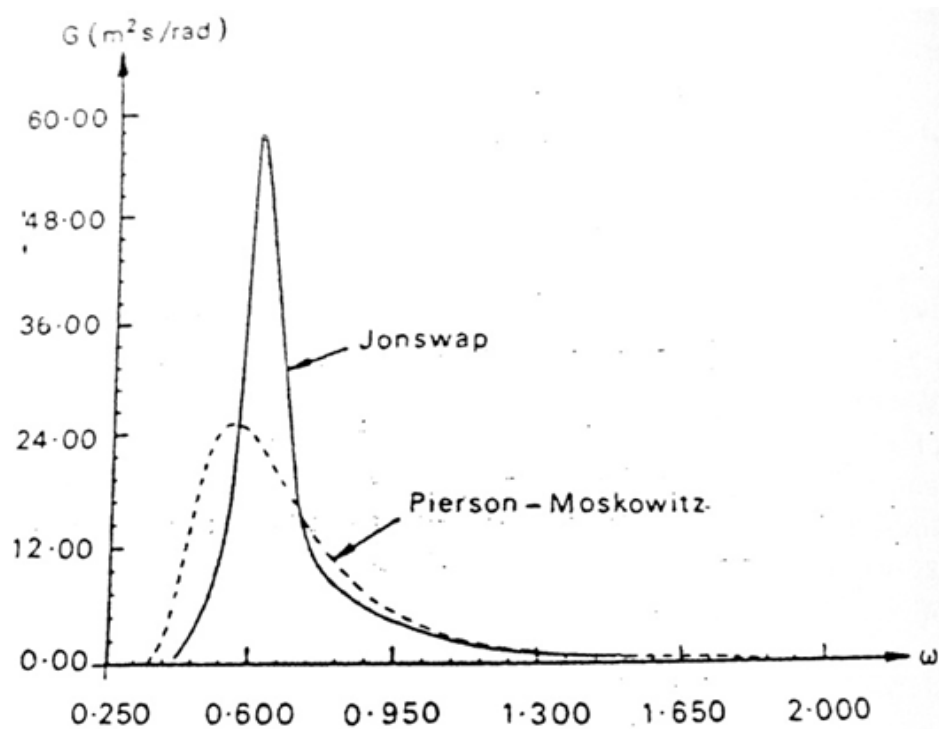
$$\omega_0 = 2\pi \left(\frac{g}{U_w}\right) (X_0)^{-0,33} \quad (2.22)$$

$$\tau_a = 0,07 \text{ jika}$$

$$\alpha = 0,0081$$

$$X_0 = gX/U_w^2 \quad (2.23)$$

Djarmiko (2012), untuk wilayah di perairan Indonesia di sarankan penggunaan parameter ketinggian 2,0 – 2,5, hal ini digunakan untuk mengurangi dominasi energi yang dikontribusikan oleh frekuensi gelombang tertentu.



Gambar 2.9 Perbandingan Spektra JONSWAP dengan P-M dengan $H_s = 5m$; $T = 8s$ (Petel & Witz, 1991)

2.2.5. Hukum Newton

Penggunaan hukum Newton di sini berguna untuk menganalisa proses pengkalibrasi sensor tegangan. Pada analisa tegangan ini menggunakan hukum I Newton yang berbunyi jika resultan gaya yang bekerja pada benda sama dengan nol, maka benda yang diam akan tetap diam atau benda yang bergerak lurus beraturan akan tetap bergerak lurus beraturan. Atau sederhananya gaya aksi sama dengan gaya reaksi. Berdasarkan hukum I Newton gaya – gaya yang bekerja pada sensor kalibrasi ditulis sebagai berikut.

$$\Sigma F = 0 \quad (2.24a)$$

$$T - w = 0 \quad (2.24b)$$

$$T = w = mg \quad (2.24c)$$

Dengan :

T = tegangan tali m = massa benda

w = gaya berat g = percepatan gravitasi (9,806 m/s²)

2.2.6. Determinan Matriks

David (2006), determinan suatu matriks adalah suatu fungsi skalar dengan domain matriks bujur sangkar, dengan kata lain determinan merupakan pemetaan dengan domain berupa matriks bujur sangkar, sementara kodomain berupa suatu nilai skalar. Determinan dari suatu matriks A dapat ditulis sebagai $\det(A)$ atau $|A|$. Jika susunan dari matriks diketahui maka dapat ditulis dengan bentuk susunan persegi panjang. Dibawah ini merupakan notasi dari matriks A.

$$A = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \quad (2.25)$$

Untuk determinan dari matriks A dapat ditulis.

$$\det(A) = |A| = \begin{vmatrix} a & b \\ c & d \end{vmatrix} \quad (2.26)$$

Dalam penyelesaian masalah determinan matriks ini dapat dilakukan dengan menggunakan rumus – rumus yang tersedia untuk tiap –tiap ordo. Namun selain penggunaan rumus, disediakan juga penyelesaian yang berdasarkan sifat dari matriks itu sendiri. Diantaranya sifat dari matriks determinan adalah :

$$|AB| = |A||B| \quad (2.27)$$

$$|A^T| = |A| \quad (2.28)$$

$$|A^{-1}| = 1/|A| \quad (2.29)$$

Matriks berordo 2x2

$$A = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \rightarrow \det(A) = ad - bc \quad (2.30)$$

Matriks berordo 3x3

$$A = \begin{bmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{bmatrix} \quad (2.31)$$

$$|A| = aC_{11} + bC_{12} + cC_{13} \quad (2.32a)$$

$$|A| = a \begin{vmatrix} e & f \\ h & i \end{vmatrix} + b \left(- \begin{vmatrix} d & f \\ g & i \end{vmatrix} \right) + c \begin{vmatrix} d & e \\ g & h \end{vmatrix} \quad (2.32b)$$

$$|A| = a(ei - fh) - b(di - fg) + c(dh - eg) \quad (2.32c)$$

Matriks n x n penyelesaian menggunakan kofaktor

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (2.33)$$

Determinan matriks A berukuran n x n dapat dihitung dengan mengalikan entri - entri dalam suatu baris dengan kofaktor – kofaktornya dan menambahkan hasil – hasil kali, maka :

$$\det(A) = a_{1j}C_{1j} + a_{2j}C_{2j} + \dots + a_{nj}C_{nj} \quad (2.34)$$

Ekspansi kofaktor kolom j, atau

$$\det(A) = a_{i1}C_{i1} + a_{i2}C_{i2} + \dots + a_{in}C_{in} \quad (2.35)$$

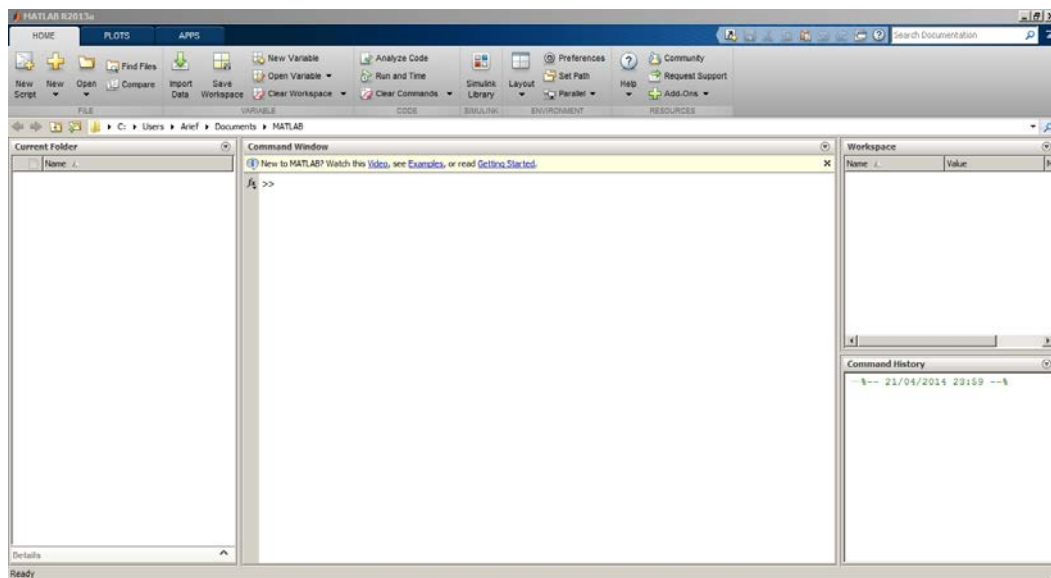
Ekspansi kofaktor kolom i

2.2.7. Pemrograman MATLAB

MATLAB merupakan program komputer buatan The Mathwork, Inc. Yang didirikan oleh Cleve Moler dan Steve Bangert pada tahun 1983. MATLAB banyak digunakan untuk melakukan penyelesaian berbagai macam masalah yang memerlukan komputasi dalam berbagai bidang. Awal mula MATLAB pada tahun

1984 dengan versi pertama yaitu MATLAB 1.0 yang berjalan dalam sistem operasi *DOS (Disk Operating System)*, versi terbaru dari MATLAB R2014a yang merupakan versi ke 8.3. penggunaan bahasa pemrograman dalam MATLAB menggunakan C, C++, Java, dan MATLAB.

Pada MATLAB file yang digunakan adalah berbentuk GUI (*Graphical User Interface*), GUI merupakan sebuah program yang dibangun dengan obyek grafik seperti tombol, kotak teks, slider, menu dan lain – lain.



Gambar 2.10 Tampilan MATLAB 2010

Dalam pembuatan suatu program diperlukan langkah – langkah sistematis yang secara logis digunakan untuk penyelesaian permasalahan. Langkah – langkah penyelesaian ini dikenal dengan algoritma pemrograman. Penulisan algoritma pemrograman dapat disajikan dengan tulisan atau dengan gambar, Hal – hal yang perlu diperhatikan dalam pengerjaan algoritma pemrograman diantaranya :

1. Algoritma mempunyai awal dan akhir.
2. Setiap langkah harus didefinisikan dengan tepat sehingga tidak memiliki arti ganda.
3. Memiliki masukan (*input*) atau kondisi awal.

4. Memiliki keluaran (*output*) atau kondisi akhir.
5. Algoritma harus efektif, bila digunakan benar-benar menyelesaikan persoalan.

Setelah dilakukan penyusunan algoritma pemrograman proses selanjutnya adalah mengerjakan desain GUI dan dilanjutkan dengan *listing* program di M-file. Pengerjaan *listing* program menggunakan bahasa yang tersedia pada program MATLAB.

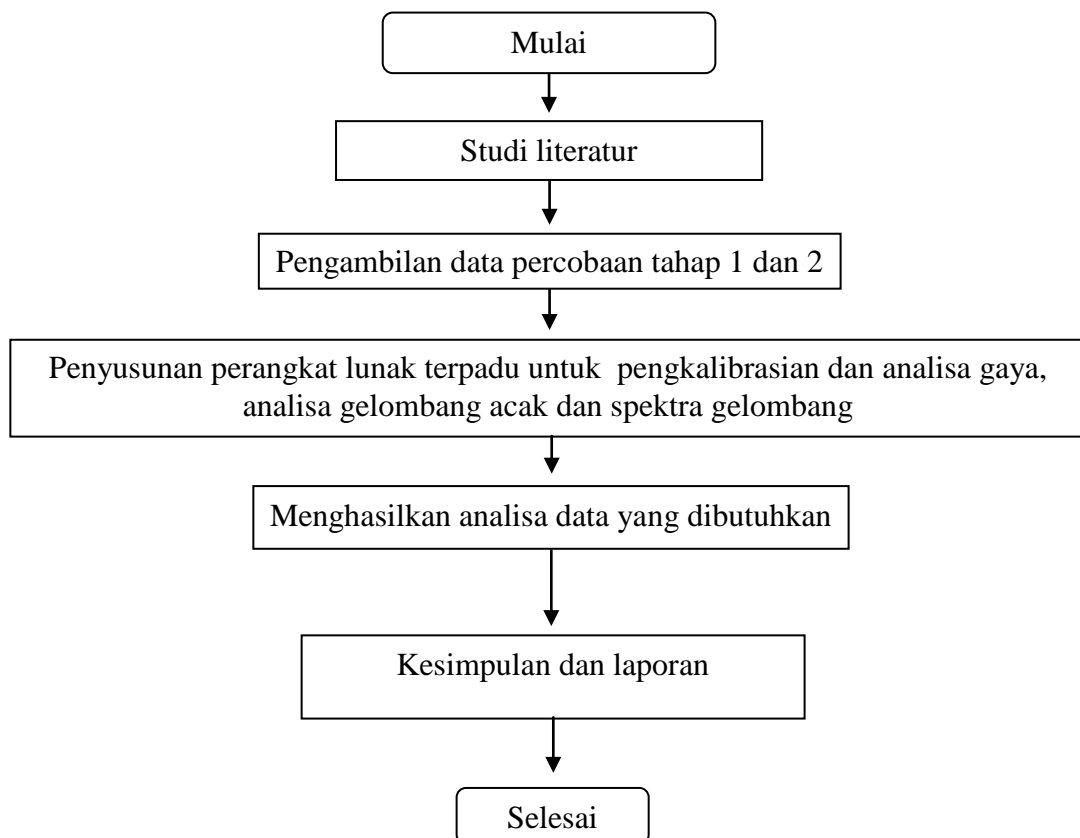
~ Halaman ini sengaja dikosongkan ~

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

Dalam pelaksanaan tugas akhir ini Metode yang dilaksanakan adalah dengan studi lapangan dan studi literatur. Studi lapangan dilakukan dengan percobaan menggunakan alat uji fisik untuk mendapatkan rata – rata voltase dan penggunaan data percobaan sebelumnya sebagai acuan untuk tinggi elevasi gelombang. Setelah mendapatkan data, dilakukan penyusunan perangkat lunak untuk proses kalibrasi gaya gelombang dan gelombang acak. Berdasarkan hasil dari kalibrasi itu digunakan untuk analisa dari spektrum gelombang acak dan analisa gaya gelombang. Pengerjaan tugas akhir ini diakhiri dengan kesimpulan dan pembuatan laporan dari keseluruhan proses yang telah dilakukan. Adapun diagram alir proses dari awal hingga akhir penelitian disajikan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Flowchart umum metodologi penelitian

3.1.1. Studi literatur

Studi literatur diperlukan untuk menentukan langkah-langkah penyelesaian dan penyusunan perangkat lunak. Termasuk di dalamnya melakukan studi terhadap perangkat yang telah digunakan.

3.1.2. Pengambilan data percobaan tahap 1 dan 2

Pengambilan data dimaksudkan untuk mengidentifikasi output dan menyusun persamaan regresi. Data yang dibutuhkan adalah fluktuasi tinggi elevasi, fluktuasi tegangan yang tercatat dan rata – rata voltase yang terekam. Data voltase ini didapatkan dari pembacaan sensor yang dibantu oleh perangkat lunak akusisi data QCM. Fluktuasi tinggi elevasi didapat dengan mengambil data percobaan yang sudah pernah dilakukan, dengan menggunakan wave probe sebanyak 2 buah maka didapatkan data dengan 2 macam keadaan, yaitu pada saat melewati wave probe pertama dan saat melewati wave probe ke – 2, namun pada analisa gelombang acak untuk perangkat lunak ini hanya menggunakan data yang melewati wave probe pertama saja.

Tabel 3.1 Hubungan antara fluktuasi Wave Probe dan fluktuasi tegangan

No	Nama File	Uraian
1	GA 1	Probe pada posisi awal
2	GA 2	Probe dinaikkan 15 cm
3	GA 3	Probe dinaikkan 10 cm
4	GA 4	Probe dinaikkan 5 cm
5	GA 5	Probe diturunkan -5cm
6	GA 6	Probe diturunkan -10 cm
7	GA 7	Probe diturunkan -15 cm
8	GG 1	Load cell dibebani 50 gram
9	GG 2	Load cell dibebani 100 gram
10	GG 3	Load cell dibebani 150 gram

11	GG 4	Load cell dibebani 200 gram
12	GG 5	Load cell dibebani 250 gram
13	GG 6	Load cell dibebani 300 gram
14	GG 7	Load cell dibebani 350 gram

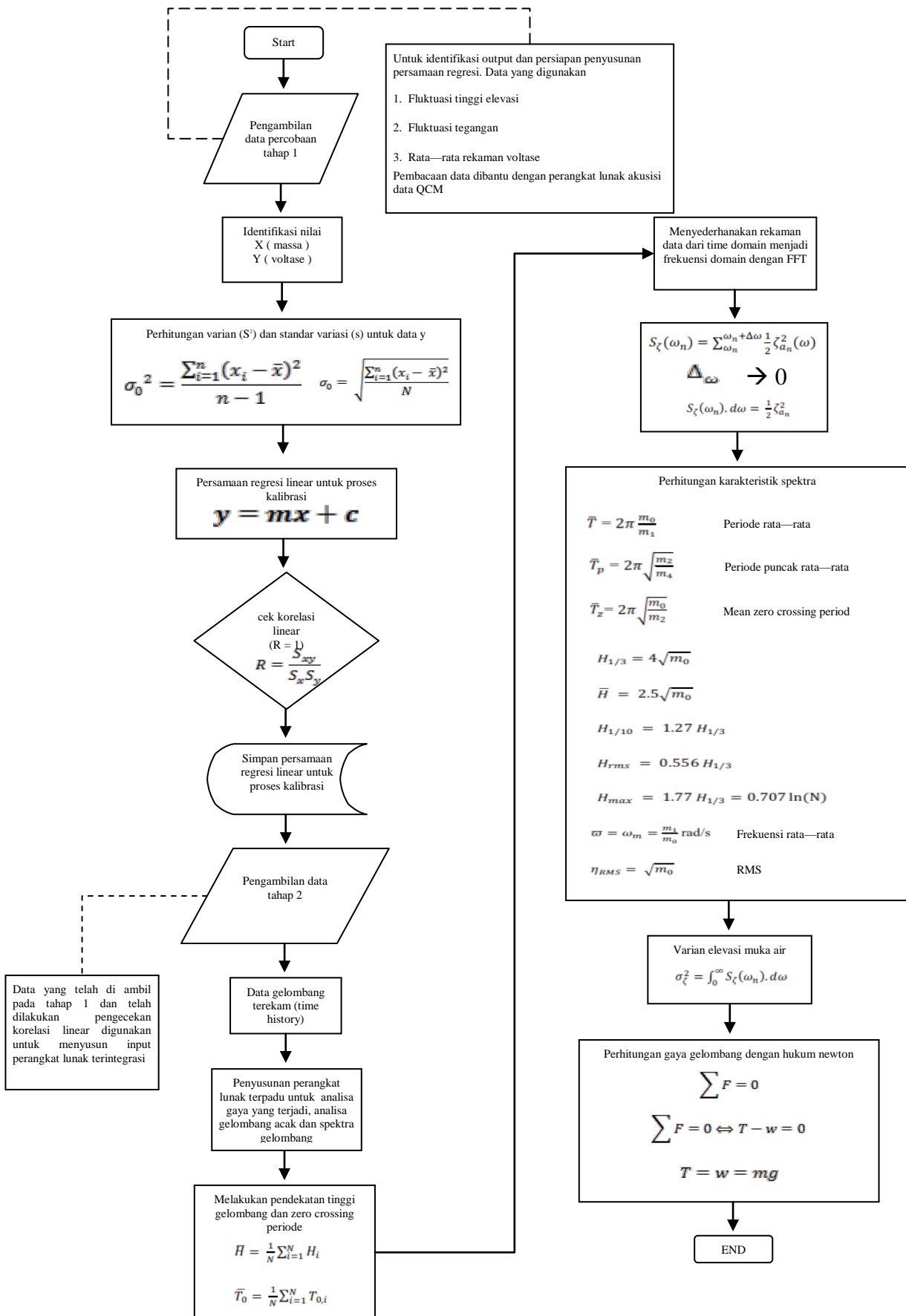
Untuk analisa gaya gelombang digunakan perangkat Sensor load cell, yang dapat membaca sebanyak 10 data dalam waktu 1 detik, Perolehan data dari sensor yang dihubungkan ke alat ADC kemudian ke komputer menghasilkan output berupa file notepad. Dari tiap – tiap file ini kemudian dihitung rata – ratanya sesuai dengan massa benda uji.

3.1.3. Penyusunan perangkat lunak dan kalibrasi data

Setelah mendapatkan data percobaan, dilakukan penyusunan perangkat lunak untuk menghitung kalibrasi dari sensor dan data percobaan tinggi elevasi. Tiap – tiap hasil percobaan menggunakan persamaan kalibrasi yang sama namun dilakukan secara berbeda.

3.1.4. Analisa data dan pembahasan

Analisis data yang didapatkan berupa elevasi muka air untuk mengetahui kondisi gelombang acak yang hasilnya berupa spektra. Serta hubungan antara massa dengan voltase yang ditimbulkan oleh sensor. Sehingga diketahui gaya gelombang yang terjadi. Maka pembahasan yang terjadi berupa hubungan antara kondisi gelombang acak dengan gaya gelombang.



Gambar 3.2 Flowchart algoritma penyusunan perangkat lunak

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

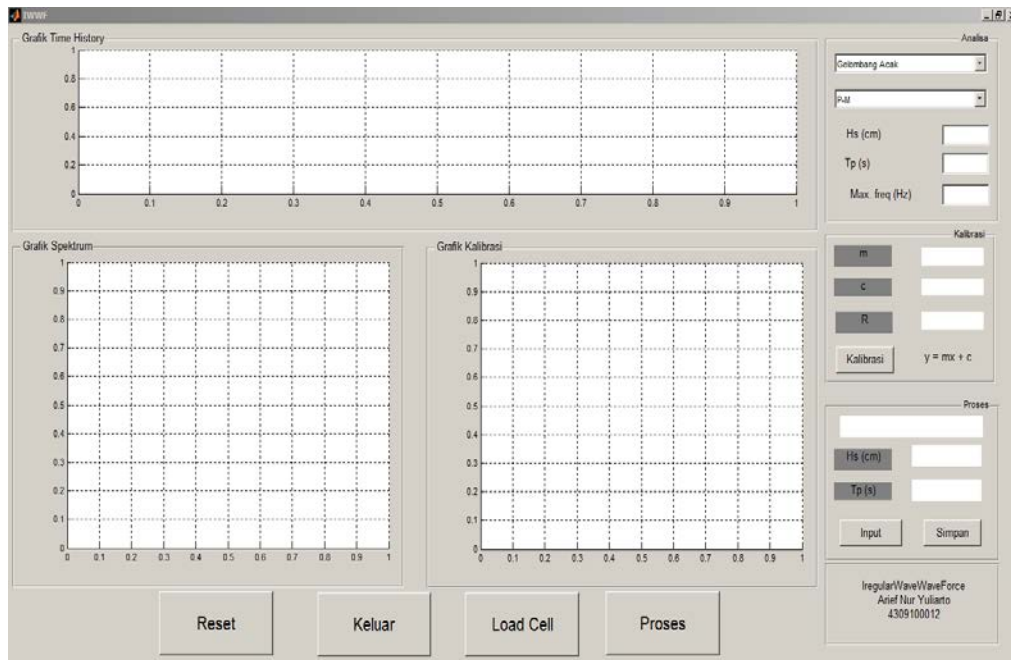
4.1. Penjelasan perangkat lunak terintegrasi

Perangkat lunak terintegrasi ini dibuat dengan menggunakan software MATLAB 2010. Dengan pertimbangan kemudahan penulisan persamaan – persamaan dan logika yang digunakan, selain itu pada MATLAB juga disediakan fitur untuk penampilan gambar grafik. MATLAB telah didukung oleh beberapa toolbox yang memiliki fungsi masing – masing sesuai dengan kebutuhan. Selain kemudahan dari penulisan persamaan dan logika, MATLAB juga telah didukung bentuk compiler sehingga nantinya akan keluar program dengan bentuk executable file, dimana bentuk format ini memungkinkan untuk dijalankan tanpa harus menginstal software MATLAB itu sendiri. Nama dari perangkat lunak terintegrasi ini adalah IWWF, yang merupakan kepanjangan dari Iregular Wave Wave Force.

4.2. Tampilan perangkat lunak

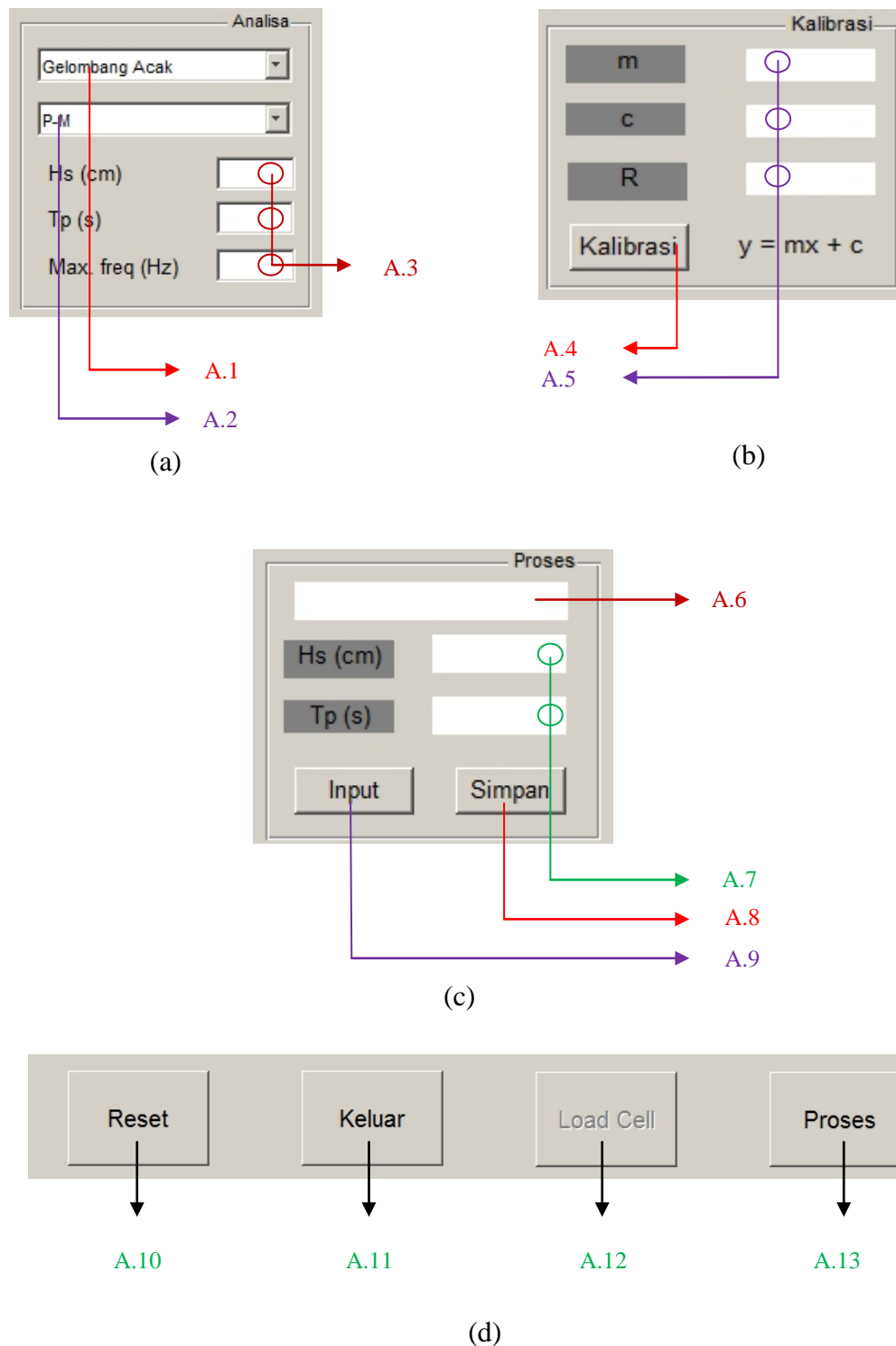
Proses selanjutnya setelah data – data yang diperlukan terkumpul yaitu melakukan rancangan dan penyusunan kode – kode pemrograman untuk perangkat lunak terintegrasi. Perangkat lunak terintegrasi ini disusun dengan menggunakan fasilitas dari MATLAB yaitu berupa GUI (*Graphical User Interface*). Fasilitas yang tersedia ini memungkinkan programmer menyusun tombol – tombol yang nantinya dapat diberi perintah untuk melakukan suatu perintah, selain itu pada GUI ini juga ada fasilitas untuk menampilkan gambar berupa grafik – grafik yang berhubungan dengan analisa.

Tampilan pada perangkat lunak ini terdapat dua bagian, bagian grafik dan bagian tombol proses. Pada tiap – tiap bagian tombol proses dibagi menjadi beberapa panel untuk mempermudah proses analisa. tiap – tiap bagian ini tetap terhubung melalui memori pada MATLAB, sehingga nilai – nilai yang muncul berkaitan dengan yang lainnya.



Gambar 4.1 Tampilan Keseluruhan *user interface* perangkat lunak

Pada gambar 4.1 bagian tombol panel terdapat fungsi untuk memilih analisa yang akan dilakukan, panel proses kalibrasi berguna melaukan perhitungan dan menampilkan persamaan regresi beserta grafiknya ketika tombol kalibrasi ditekan maka secara otomatis data time history yang tersaji akan dikalibrasi langsung oleh program, jika ingin mengganti data yang ingin di kalibrasi maka pengguna cukup *me-replace file* yang lama dengan *file* yang baru, dan keluaran hasil proses berdasarkan menu *pop up* yang dipilih pada panel analisa, hasil dari proses analisa dapat berupa file dokumen apabila tombol simpan ditekan. Penjelasan mengenai fungsi – fungsi panel dijelaskan dalam gambar 4.2 dan 4.3.

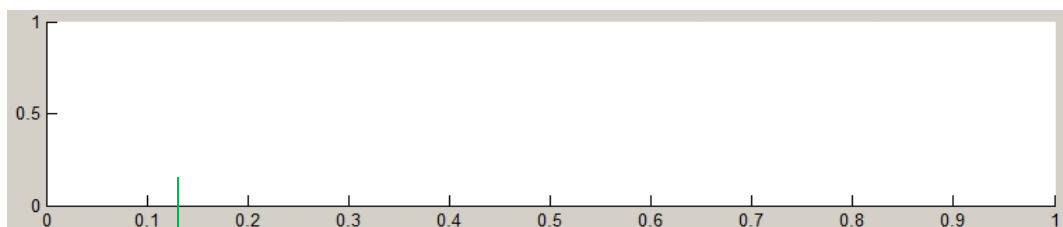


Gambar 4.2 Tampilan panel pada perangkat lunak terpadu (a) Panel analisa (b) Panel Kalibrasi (c) Panel input dan hasil (d) Tombol fungsi

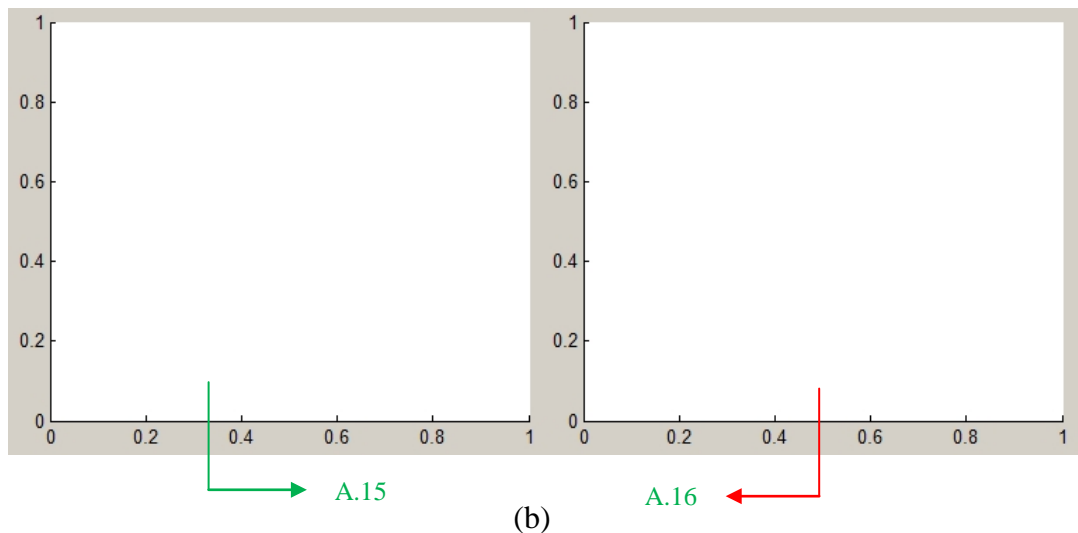
Tabel 4.1 Penjelasan fungsi pada tombol – tombol di perangkat lunak terpadu

Kode	Nama	Fungsi
A.1	Popup menu ‘Jenis Analisa’	Memilih jenis analisa
A.2	Popup menu ‘Jenis Spektra’	Memilih jenis spektra
A.3	Edit text ‘Hs, Tp, dan Max freq’	Memasukkan nilai tinggi signifikan, periode, dan maksimum frekuensi pada gelombang teori
A.4	Push button ‘Kalibrasi’	Melakukan proses kalibrasi
A.5	Text ‘m, c, dan R ² ’	Menampilkan hasil kalibrasi
A.6	Text ‘Input file’	Menampilkan nama file yang diinput
A.7	Text ‘Hs dan Tp’	Menampilkan hasil tinggi gelombang dan periode pada analisa gelombang acak
A.8	Push button ‘Simpan’	Melakukan proses simpan
A.9	Push button ‘Input’	Melakukan proses input file
A.10	Push button ‘Reset’	Melakukan proses reset
A.11	Push button ‘Keluar’	Melakukan proses keluar
A.12	Push button ‘Load Cell’	Melakukan link ke AKUSISI DATA QCM
A.13	Push button ‘Proses’	Melakukan proses analisa

Selain panel – panel juga terdapat tampilan untuk grafik.



(a)



Gambar 4.3 Tampilan panel grafik perangkat lunak terpadu (a) Grafik time history (b) grafik spektrum

Tabel 4.2 Penjelasan panel untuk tampilan grafik

Kode	Nama	Fungsi
A.14	Axes ‘Elevasi Gaya’	Menampilkan data time history dari data elevasi gelombang dan data voltase pada gaya gelombang
A.15	Axes ‘Spektra’	Menampilkan spektrum berdasarkan teori dan pengukuran elevasi gelombang
A.16	Axes ‘GayaGelombang	Menampilkan korelasi antar massa dan rata – rata voltase

Grafik yang tersedia dan fungsi pada panel telah menggunakan persamaan yang sesuai dengan persamaan spektrum pada manual dari saluran gelombang serta referensi buku mengenai gelombang acak dan gaya gelombang.

4.2.1. Langkah penggunaan perangkat lunak

Dalam penggunaan perangkat lunak terintegrasi ini, terdapat asumsi yang digunakan antara lain nilai – nilai pada file yang diinputkan sudah benar. Hal ini

bertujuan agar pemrosesan pada perangkat lunak berjalan dengan semestinya. Termasuk nilai yang diinputkan pada validasi spektrum teori, harus sudah benar dikarenakan persamaan yang digunakan merupakan persamaan yang terdapat pada manual saluran gelombang. Untuk pengujian dari perangkat lunak ini digunakan beberapa contoh file running dari pengujian yang telah berlangsung di saluran gelombang maupun berdasarkan pengujian sendiri berdasarkan referensi yang pernah melakukan. Pada percobaan elevasi gelombang, hasil yang digunakan adalah pengujian pada struktur terumbu karang buatan dengan variasi dimensi dan kondisi gelombang. Sedangkan pada data untuk analisa gaya gelombang digunakan data percobaan yang dilakukan sendiri dengan keterangan yang sudah dijelaskan di bagian atas.

Perhitungan analisa menggunakan perangkat lunak terintegrasi yang dinamakan IWWF (Iregular Wave Wave Force), proses analisa dapat dibagi menjadi tiga yaitu proses persiapan, pengkalibrasian dan proses perhitungan analisa. dimana pada proses pengkalibrasian untuk gelombang acak dan gaya gelombang ini bertujuan mengukur ada atau tidaknya korelasi antarvariabel. Dengan menggunakan regresi linear sebagai dasar perhitungan yang nantinya akan mendapatkan nilai korelasi linear untuk mengetahui kekuatan hubungan antarvariable. Sedangkan pada proses perhitungan analisa tiap – tiap analisa menggunakan persamaan yang berbeda – beda, dikarenakan data yang digunakan juga berbeda, sehingga nantinya hasil analisa yang keluar terdapat dua macam.

4.2.1.1. Persiapan

Sebelum melakukan proses analisa perlu dilakukan terlebih dahulu langkah di bawah ini untuk mempersiapkan perangkat lunak agar dapat bekerja di komputer atau laptop

1. Install MCR Installer.exe pada komputer yang akan digunakan.
2. Ubah file mentah (*.TMH) menggunakan Refana.xls.

4.2.1.2. Proses Pengkalibrasian

Dalam pelaksanaan pengkalibrasian di dalam perangkat lunak ini menggunakan persamaan regresi linear dan korelasi linear yang sama dikarenakan

variabel terikat dan variabel bebas yang ada pada masing – masing data hanya ada satu. Pada analisa gaya gelombang terdapat massa dan voltase sedangkan pada analisa gelombang acak elevasi muka air dan voltase.

1. Siapkan data – data yang diperlukan untuk proses pengkalibrasian.
2. Kelompokkan data – data untuk analisa gaya gelombang sendiri dan data – data untuk analisa gelombang acak sendiri namun tetap dalam satu folder. Dalam gambar 4.4 penamaan GA untuk kalibrasi gelombang acak dan GG untuk gaya gelombang.
3. Buka IWWF untuk melakukan proses kalibrasi.
4. pilih analisa (A.1) yang akan dilakukan pada panel analisa.
5. tekan tombol kalibrasi (A.4) untuk melakukan proses kalibrasi. Secara otomatis IWWF akan mencari data sesuai dengan analisa yang dipilih.
6. Hasil dari proses kalibrasi akan muncul pada (A.5).
7. Hasil dari proses kalibrasi juga akan muncul berupa *scatter graphic*.



Gambar 4.4 Penamaan file untuk proses kalibrasi

4.2.1.3. Proses Analisa

Setelah didapatkan hasil dari kalibrasi maka dilakukan proses analisa. proses analisa dapat dilanjutkan apabila nilai korelasi pada proses kalibrasi $R^2 = 0,999$.

Pada proses analisa terdapat perbedaan di masing – masing analisa. dikarenakan adanya perbedaan hasil yang dikeluarkan.

1. Siapkan data yang akan digunakan untuk proses analisa.
2. Kelompokkan data yang akan digunakan. Untuk analisa gaya gelombang nama file yang digunakan ‘Gaya Proses.xls’ gambar 4.5 a, sedangkan untuk analisa gelombang acak nama file yang digunakan ‘Elevasi Proses.xls’ gambar 4.5 b.

	A
1	Voltase
2	0,4662
3	0,5828
4	0,5828
5	0,6993
6	0,5828
7	0,4662
8	0,5828
9	0,5828
10	0,4662

a

	A	B
1	t	Ch1
2	0,000	-0,23876
3	0,040	-0,20785
4	0,080	-0,1615
5	0,120	-0,1769
6	0,160	-0,1615
7	0,200	-0,2233
8	0,240	-0,2388
9	0,280	-0,2697
10	0,320	-0,2697

b

Gambar 4.5 Format penulisan data pada masing – masing file

4. Pada pilihan analisa gelombang acak perlu dilakukan penginputan data pada tombol input (A.9) sehingga pada (A.6) akan muncul nama file yang di pilih. Masukkan nilai rencana tinggi signifikan, periode, dan maksimum frekuensi pada (A.3) untuk gelombang teori.
5. Tekan tombol proses (A.13). sehingga pada (A.14) akan muncul grafik time history dan (A.15) akan muncul grafik spektra.
6. Pada panel proses setelah tombol proses (A.13) ditekan akan muncul hasil tinggi signifikan dan periode pada (A.7).
7. Pada pemilihan analisa gaya gelombang proses analisa dilakukan dengan menekan tombol kalibrasi (A.4), yang sebelumnya memilih terlebih dahulu proses analisa gaya gelombang (A.1) pada panel analisa.
8. Pada pemilihan analisa gaya gelombang tombol – tombol yang berhubungan dengan analisa gelombang acak akan secara otomatis menjadi non aktif.

9. Setelah menekan tombol kalibrasi (A.4) akan muncul grafik time history pada (A.14). grafik ini menjelaskan mengenai voltase yang terjadi.
10. Setelah memproses grafik *time history* IWWF selanjutnya melakukan pembuatan *scatter graphic* pada (A.16).
11. Secara otomatis IWWF akan menyimpan hasil analisa dalam bentuk (*.txt), dimana di dalam file hasil analisa terdapat besarnya gaya gelombang yang terjadi.
12. Tekan tombol reset (A.11) apabila ingin melakukan analisa ulang.

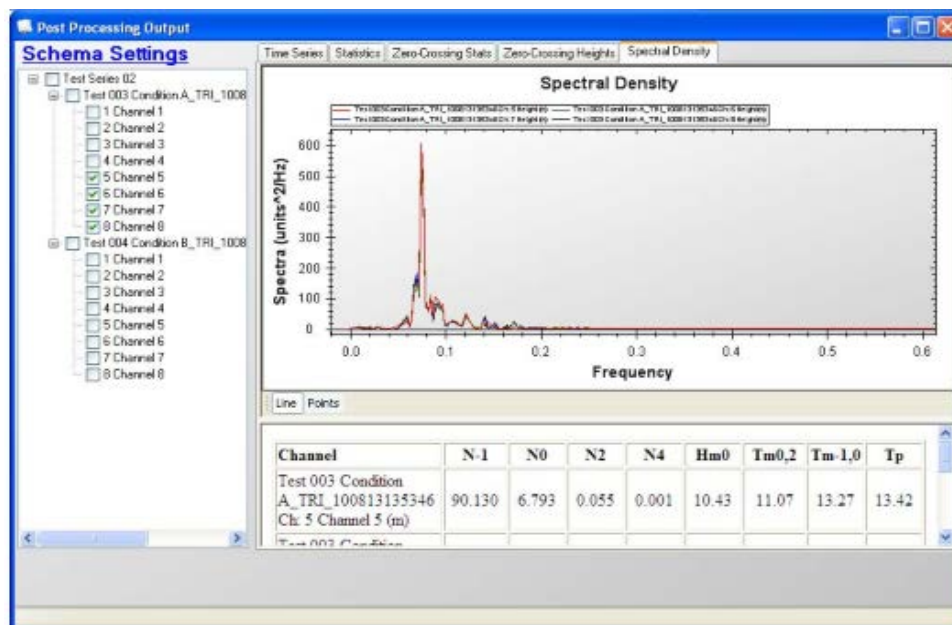
4.3. Perbandingan dengan perangkat lain

Penyusunan perangkat lunak terintegrasi ini berdasarkan referensi dari perangkat lunak yang pernah ada sebelumnya, yaitu WaReLab hasil penelitian dari Abdullah (2005) dan FORYS hasil penelitian dari Hidayat (2013). Pada program WaReLab penyusunannya menggunakan MATLAB, dalam program WaReLab ini belum terdapat integrasi antar perintah – perintah yang ada. Analisa hanya sebatas pada spektrum elevasi muka air, sehingga diperlukan waktu lagi untuk menganalisa gaya gelombang yang terjadi. Sama halnya dengan program FORYS, pada program ini belum terintegrasi secara maksimal. Pada FORYS analisa juga hanya sebatas pada gaya gelombang yang terjadi, untuk melakukan analisa yang berhubungan harus menggunakan perangkat lunak yang lain, selain itu pada FORYS ini penyusunannya menggunakan visual basic, pada visual basic ini kurang fleksible apabila digunakan pada laboratorium dikarenakan tidak bisa lepas dari program penyusunnya.

Pada program IWWF yang baru ini antara analisa elvasi muka air dan gaya gelombang saling terintegrasi sehingga hanya dengan menggunakan satu program maka kedua hasil analisa akan didapat, selain itu tampilan yang disajikan juga lengkap dengan adanya grafik dan angka yang nantinya antara kedua analisa ini bisa dengan mudah dibandingkan hasilnya. Dengan adanya fungsi compiler pada MATLAB yang memungkinkan program dapat berdiri sendiri dengan format executable file memudahkan user untuk menginstal program di komputer atau laptop yang berbeda. Pengkalibrasian data tidak perlu lagi menggunakan

microsoft excel dikarenakan perangkat lunak ini juga telah mendukung fitur kalibrasi data.

Pengembangan pada program ini diharapkan bisa menyamai HR-DAQ, perangkat lunak yang dibuat oleh konsultan asal Inggris HR Wallingford dapat mengakusisi data dan menganalisa. Penggunaannya di khususnya pada laboratorium dengan skala besar, dapat digunakan dengan 8 probe sekaligus. Seperti gambar 4.6, disajikan *user interface* yang memudahkan pengguna dalam melakukan proses perencanaan. Spektra yang digunakan sama halnya dengan IWWF yaitu Pierson Moskowitz dan Jonswap. Program ini juga dapat melakukan akusisi data tanpa harus menggunakan perangkat lain. Namun pada perangkat HR-DAQ ini tidak ada untuk analisa gaya gelombang seperti yang dimiliki oleh IWWF. Analisa hanya sebatas pada analisa elevasi muka air.



Gambar 4.6 Tampilan perangkat lunak HR-DAQ

4.4. Uji Penggunaan Perangkat Lunak

Dalam pelaksanaan analisa di perangkat lunak ini terdapat beberapa asumsi yang digunakan, antara lain bahwa nilai – nilai pada file yang diinputkan sudah benar. Asusmsi ini digunakan sebagai bahan acuan bahwa pemrosesan data pada perangkat lunak ini sudah benar.

Untuk uji Kinerja dari perangkat lunak ini Data – data yang digunakan merupakan hasil pengujian dari pengukuran yang pernah dilakukan sebelumnya pada pengukuran yang dilakukan di Laboratorium Lingkungan dan Energi Laut, Jurusan Teknik Kelautan. Pengujian hanya dilakukan untuk memastikan bahwa persamaan – persamaan yang berada di dalam perangkat lunak dapat bekerja dengan sebagaimana mestinya.

Dalam pengujian ada beberapa tahapan yang harus dilalui, yaitu pengujian terhadap kalibrasi data, pengujian proses analisa yang terdiri dari proses analisa gelombang acak dan analisa gaya gelombang.

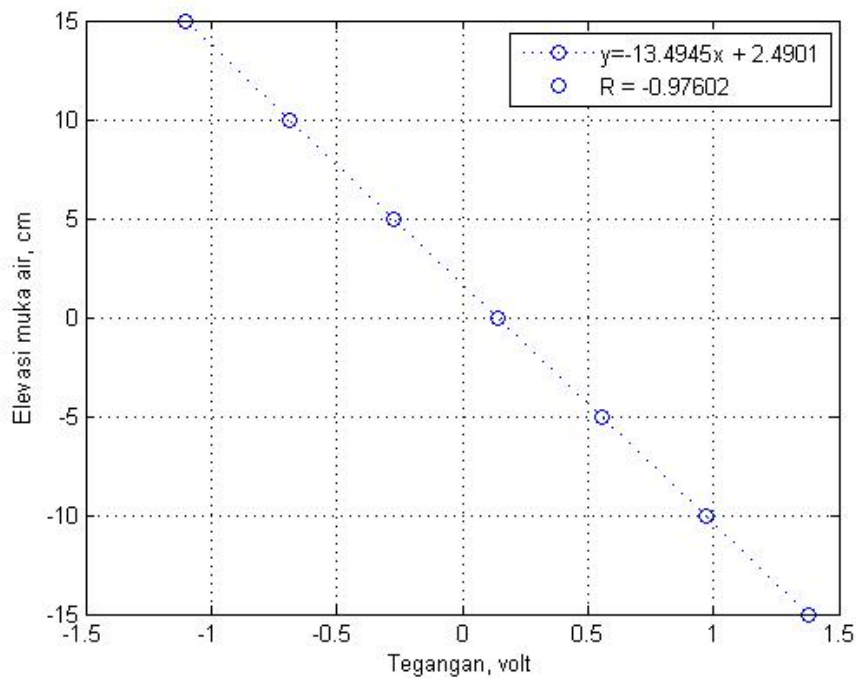
4.4.1. Pengujian Kalibrasi Data

Dalam pengujian kalibrasi, data yang digunakan merupakan data berdasarkan hasil percobaan yang telah disusun seperti pada gambar 4.4 dan 4.5. pengujian kalibrasi menggunakan persamaan regresi linear yang fungsinya sebagai alat ukur untuk mengkorelasi antar variabel, yang digunakan untuk meregresi data adalah persamaan 2.2. selain itu keakuratan data kalibrasi akan lebih akurat apabila dilakukan juga analisa korelasi, dengan analisa korelasi tingkat perubahan suatu variabel dapat ditentukan, dengan menggunakan persamaan 2.1 dapat ditentukan apakah nilai dari korelasi linear itu sempurna atau tidak.

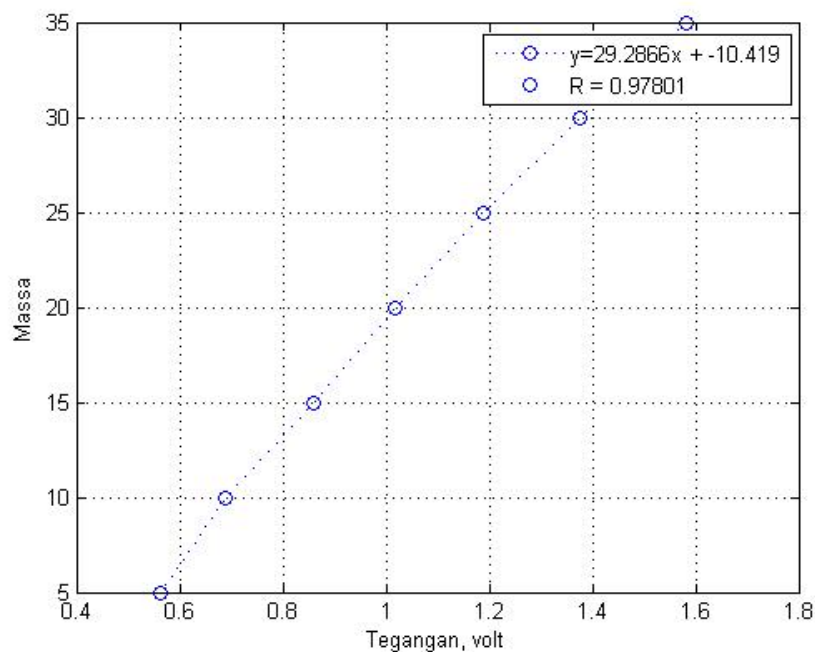
Pada pengujian kalibrasi untuk data elevasi muka air yang berada pada sumbu y dengan rentang 15cm, 10cm, 5cm, 0cm, -5cm, -10cm, -15cm sebagai variabel terikat, maka didapatkan hasil regresi linear $y = -13,4945x + 2,4901$ dan nilai korelasi linear $R = -0,9760$. Sedangkan pada pengujian kalibrasi kedua untuk data massa yang akan digunakan untuk analisa gaya gelombang dengan rentang massa yang berada pada sumbu x, berada antara 50gram, 100gram, 150gram, 200gram, 250gram, 300gram, 350gram sebagai variabel terikat maka didapatkan hasil regresi linear $y = 29,286x + -10,419$ dan nilai korelasi linear $R = 0,978$

Selain persamaan regresi linear dan korelasi yang digunakan dalam kalibrasi data, hasil dari kalibrasi juga ditampilkan dalam bentuk grafik seperti pada gambar 2.3. hasil grafik dari kalibrasi dapat menunjukkan linier positif dan linier negatif seperti pada gambar 4.7 dan 4.8. Pada grafik linier positif arah dari grafik

dominan ke nilai positif dan pada linier negatif dominan ke arah nilai negatif. Pemeriksaan posisi grafik apakah tepat atau tidak, dapat dilakukan dengan memasukkan nilai pada tiap – tiap sumbu ke dalam persamaan regresi yang sudah dihasilkan sebelumnya. Apabila terdapat perbedaan pada nilai yang dihasilkan maka hal ini akan berpengaruh terhadap nilai korelasi.



Gambar 4.7 Grafik linier negatif kalibrasi elevasi muka air



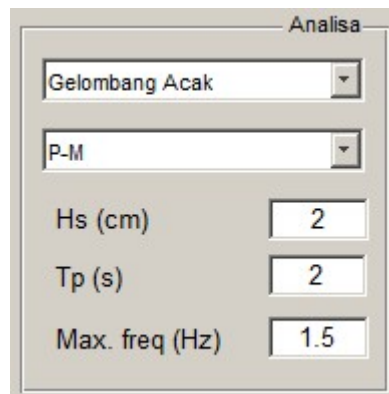
Gambar 4.8 Grafik linier positif kalibrasi massa

4.4.2. Pengujian Proses Analisa

Setelah dilakukan proses pengujian kalibrasi data terhadap perangkat lunak selanjutnya dilakukan tahapan pengujian terhadap proses analisa. Pada tahapan ini terbagi menjadi dua proses, yaitu proses untuk analisa gelombang acak dan proses untuk analisa gaya gelombang. Pada tiap – tiap proses menggunakan persamaan yang berbeda – beda dan menghasilkan hasil berupa grafik maupun perhitungan.

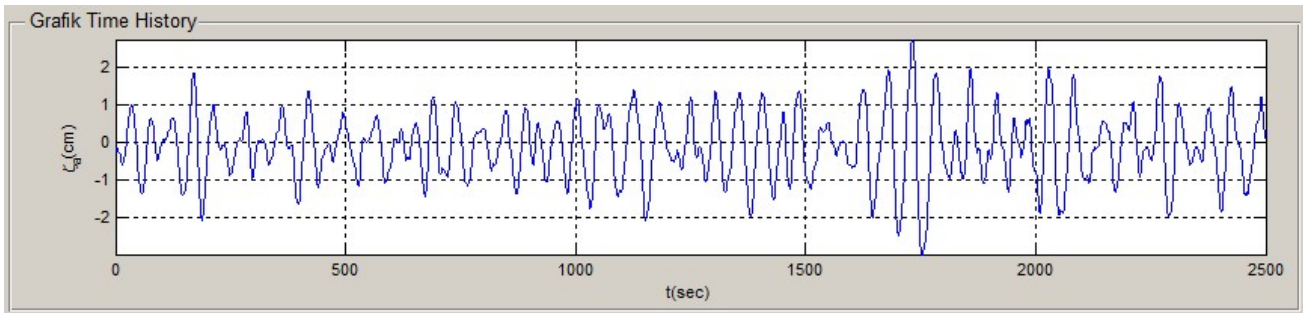
4.4.2.1. Proses pengujian analisa gelombang acak

Pengujian proses gelombang acak dapat menghasilkan analisa berupa spektrum energi. Analisa spektrum ini dihasilkan dengan menggunakan persamaan 2.20 untuk spektra P-M dan 2.21 untuk spektra JONSWAP. Spektra yang dihasilkan merupakan perbandingan dari hasil pengukuran dan teori, dengan memasukkan angka pada panel analisa maka akan didapatkan hasil spektra teori. Seperti pada gambar 4.9, input angka berupa tinggi signifikan rencana, periode puncak, dan maksimal frekuensi.



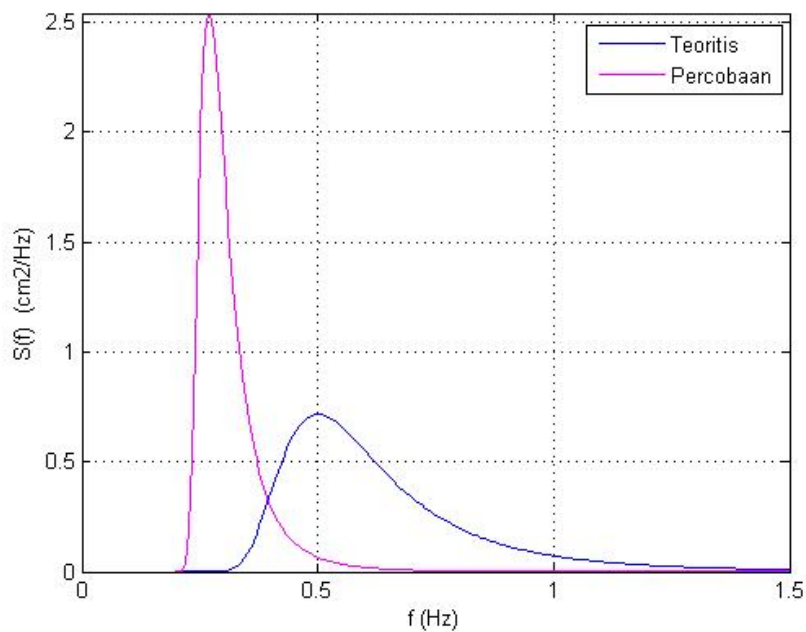
Gambar 4.9 Panel analisa beserta input tinggi signifikan rencana, periode puncak, dan frekuensi maksimal

Setelah mengisi *edit text* selanjutnya memasukkan data hasil pengukuran untuk mendapatkan hasil spektra pengukuran, data yang dimasukkan seperti pada gambar 4.5b dan menghasilkan grafik gelombang acak seperti gambar 4.10.

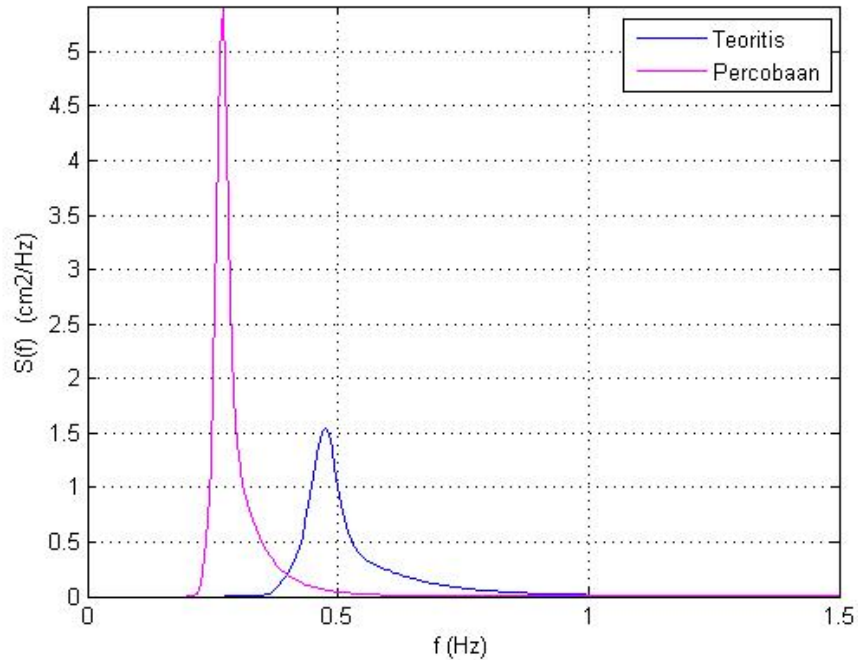


Gambar 4.10 Grafik time history elevasi muka air

untuk memudahkan analisa, grafik diasjikan lebih sederhana dengan mengubah dari *time history* menjadi *frekuensi domain*. Maka berdasarkan gambar 4.9 dan 4.10 dihasilkan dua macam spektra, yaitu spektra P-M 4.11 dan Spektra JONSWAP 4.12.



Gambar 4.11 Spektra P-M



Gambar 4.12 Spektra JONSWAP

Pada kedua gambar spektra diatas terdapat perbedaan tinggi dan bentuk, hal ini sesuai dengan gambar 2.9, dimana kondisi spektra JONSWAP lebih runcing daripada P-M akibat dari penggunaan parameter yang lebih banyak seperti yang sudah dijelaskan pada bab 2 mengenai spektrum energi

Selain menampilkan spektrum energi, pengujian juga menampilkan analisa perhitungan dengan menggunakan persamaan 2.6b akan menghasilkan karakteristik gelombang berupa momen spektra, dari momen spektra itu kemudian dapat dicari periode rata – rata, periode puncak, periode simpangan nol rata – rata, tinggi gelombang signifikan, tinggi gelombang maksimum, tinggi gelombang rata – rata, tinggi gelombang rms, dan tinggi gelombang 1/10.

```

Analisa Gelombang Acak.txt - Notepad
File Edit Format View Help
waktu Pemrosesan : 30-July-2014 10:32:24
Analisa Gelombang Acak Perangkat Lunak Terpadu IWWF
#####
Output Analisa
Regresi Linear
y = 13.4945x + 2.4901
Korelasi Linear
R2 = -0.97602
+++++
Karakteristik Gelombang
Zeroth Moment          =      0.35970
First Moment            =      0.41589
Second Moment           =      0.42355
Fourth Moment           =      0.90936
Average Wave Period     =      5.4315 seconds
Wave Peak Period        =      4.2859 seconds
Mean Zero Crossing Period =      5.7873 seconds
Significant Wave Height =      2.3998 centimetres
Maximum Wave Height     =      4.2462 centimetres
Average Wave Height     =      1.4994 centimetres
rms Wave Height         =      1.3338 centimetres
Average of Highest 1/10 =      3.0467 centimetres
+++++
FFTout
Freq(Hz) Probe 1(cm/Hz)
1.0000000e-001 7.2002379e-001
1.0954774e-001 6.6475066e-001
1.1909548e-001 6.0276008e-001
1.2864322e-001 5.4092745e-001
1.3819095e-001 5.1575266e-001
1.4773869e-001 5.3416745e-001
1.5728643e-001 7.3230624e-001
1.6683417e-001 1.0542167e+000
1.7638191e-001 1.8011476e+000
1.8592965e-001 2.8400539e+000
1.9547739e-001 4.8190860e+000
2.0502513e-001 7.9557258e+000
2.1457286e-001 1.1657438e+001
2.2412060e-001 1.8392832e+001
2.3366834e-001 2.5790266e+001
2.4321608e-001 3.5579851e+001
2.5276382e-001 4.6725735e+001
2.6231156e-001 5.8510543e+001

```

Gambar 4.13 Tampilan analisa karakteristik gelombang

Dari gambar 4.10 juga dapat diketahui tinggi gelombang signifikan pengukuran dan periode pengukuran, sehingga akan mempermudah perbandingan antara teori dan pengukuran dengan melihat gambar 4.9 dan 4.14

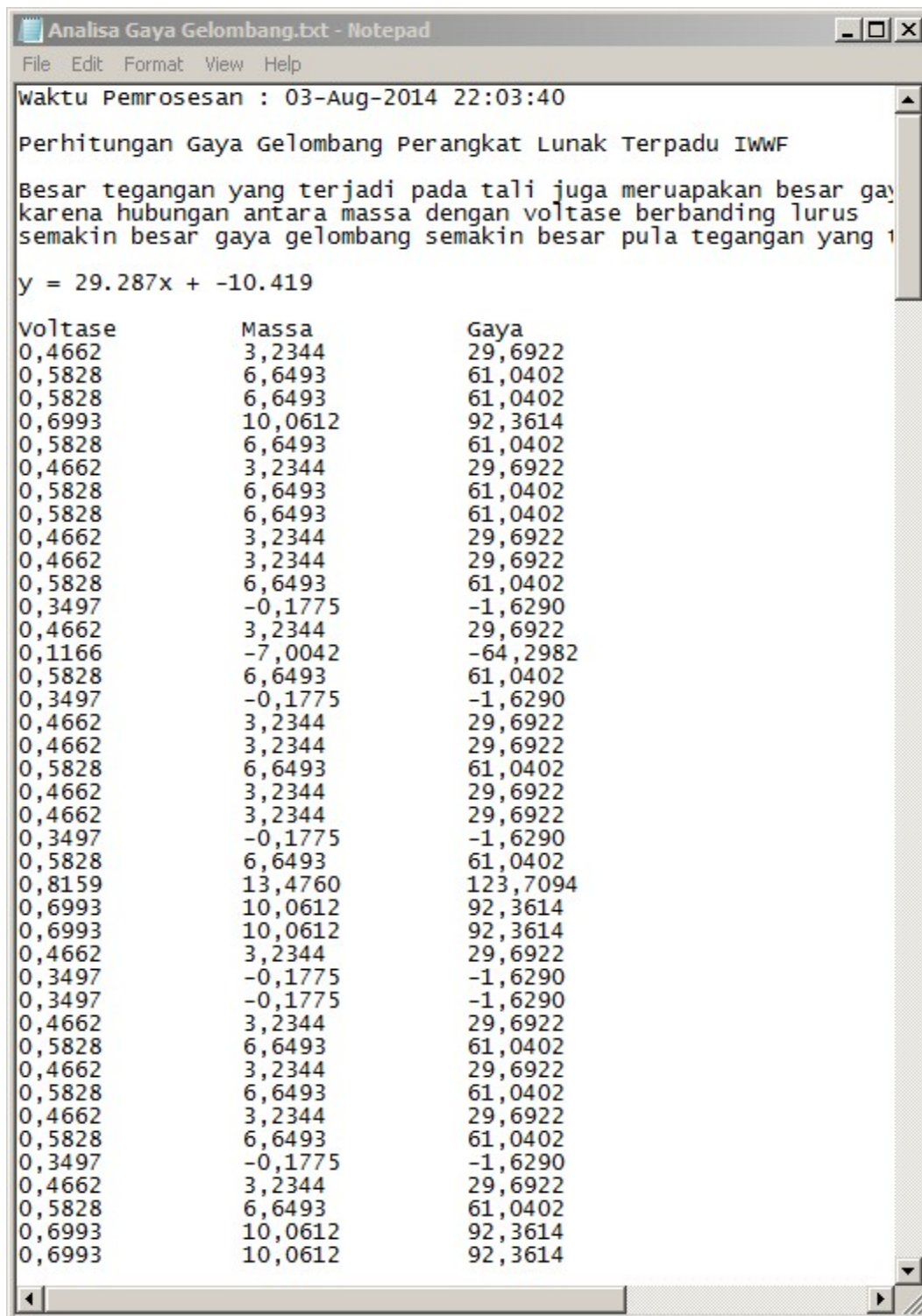
Proses	
Elevasi Proses.xls	
Hs (cm)	2.399
Tp (s)	4.286
Input	Simpan

Gambar 4.14 Hasil tinggi signifikan dan periode pengukuran

4.4.2.2. Proses pengujian analisa gaya gelombang

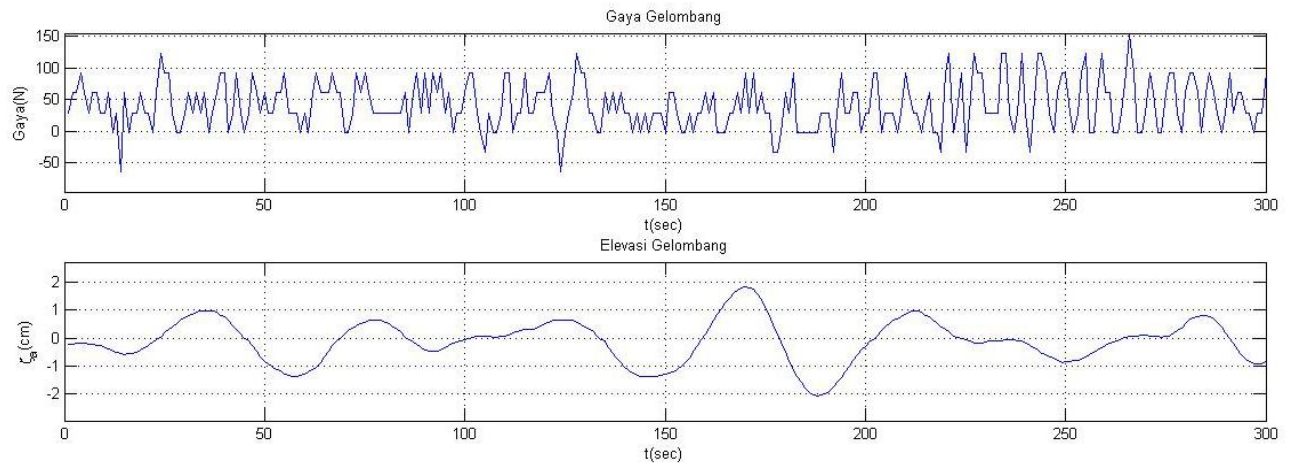
Pengujian proses analisa gaya gelombang dilakukan dengan melakukan percobaan pengukuran menggunakan sensor *load cell* gambar 2.1, yang disambungkan dengan rangkaian ADC gambar 2.2, kemudian diberi beban untuk mendapatkan data pengukuran yang diinginkan, penjelasan pengambilan data pengukuran ada pada lampiran A. Pada pengujian ini tegangan tali yang timbul akibat diberi beban menimbulkan tegangan, sehingga oleh sensor *load cell* tegangan yang terjadi menimbulkan arus listrik.

Gambar 4.15 menampilkan hasil analisa gaya gelombang, besaran gaya yang di dapat berdasarkan hasil regresi linear pada gambar 4.8, dimana untuk nilai x adalah tegangan, dengan memasukkan nilai tegangan pada x maka akan didapatkan nilai y yaitu massa, hal ini bisa terjadi dikarenakan penggunaan regresi linear untuk mengkorelasi antara massa dengan tegangan. Setelah mendapatkan nilai massa, dengan menggunakan persamaan 2.24c yang merupakan hukum Newton I maka didapatkan gaya, hal ini terjadi karena besar tegangan yang terjadi pada tali juga merupakan besarnya gaya gelombang dikarenakan hubungan antara massa dengan tegangan berbanding lurus. Semakin besar gaya gelombang maka semakin besar pula tegangan yang terjadi pada tali.



Gambar 4.15 Tampilan analisa gaya gelombang

Berdasarkan gambar 4.15, gaya yang terjadi kemudian di ditampilkan dengan bentuk grafik untuk memperjelas gaya yang terjadi dalam tiap satuan waktu, dengan ditampilkan dalam bentuk grafik ini akan terlihat korelasi antara gaya gelombang dengan elevasi gelombang. Gambar 4.16.



Gambar 4.16 Grafik korelasi gaya gelombang dengan elevasi gelombang permukaan

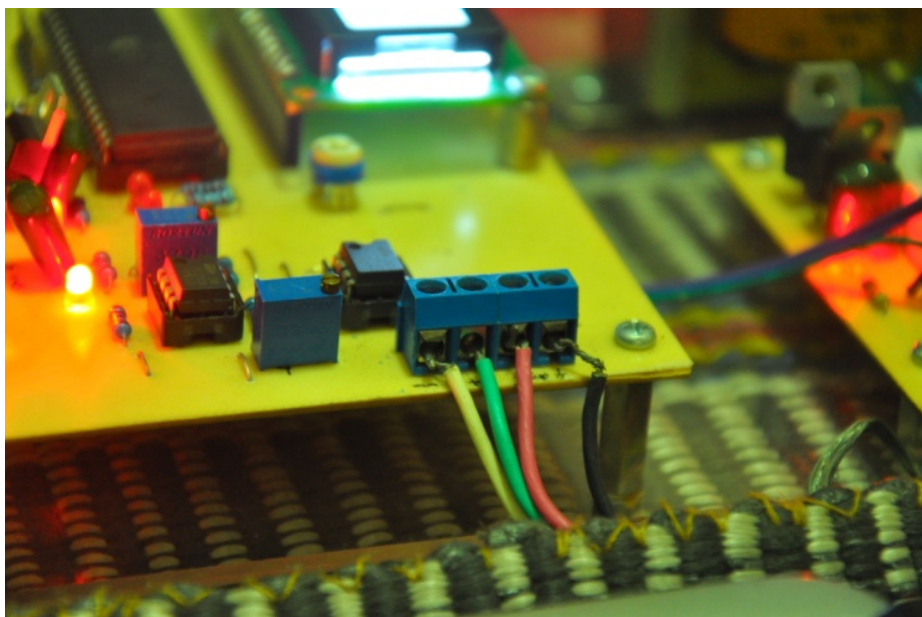
~ Halaman ini sengaja dikosongkan ~

LAMPIRAN A
PENGAMBILAN DATA SENSOR
LOAD CELL

PENGAMBILAN DATA SENSOR

Tahapan dalam penulisan tugas akhir ini dengan melakukan uji pada sensor load cell untuk mendapatkan data yang digunakan dalam analisa gaya gelombang. Pelaksanaan percobaan dilakukan pemberian beban pada sensor untuk mendapatkan data voltase, dengan asumsi beban akan terkena gelombang maka terjadi proses tarik dan ulur pada tali pengikat beban yang dianggap sebagai akibat dari gaya gelombang, sehingga besar tarikan dan uluran yang terjadi pada tali juga merupakan besar gaya akibat gelombang yang terjadi. Karena hubungan antara massa dengan voltase berbanding lurus, maka semakin besar gaya akibat gelombang yang terjadi, semakin besar pula tarikan dan uluran yang terjadi pada tali. Langkah percobaan sebagai berikut :

1. Siapkan alat sensor load cell, perangkat ADC, kabel konektor, dan komputer atau laptop.
2. Hubungkan kabel konektor pada load cell ke perangkat ADC.



Gambar A.1 Pemasangan kabel dari sensor ke perangkat ADC

Merah = Kabel negatif untuk penyaluran listrik.

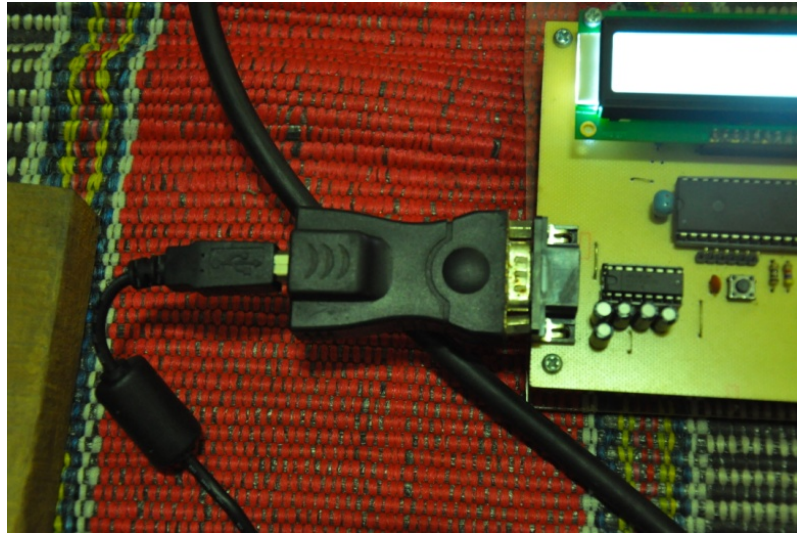
Hitam = Kabel positif untuk penyaluran listrik.

Hijau = Kabel untuk transfer data dari sensor ke rangkaian.

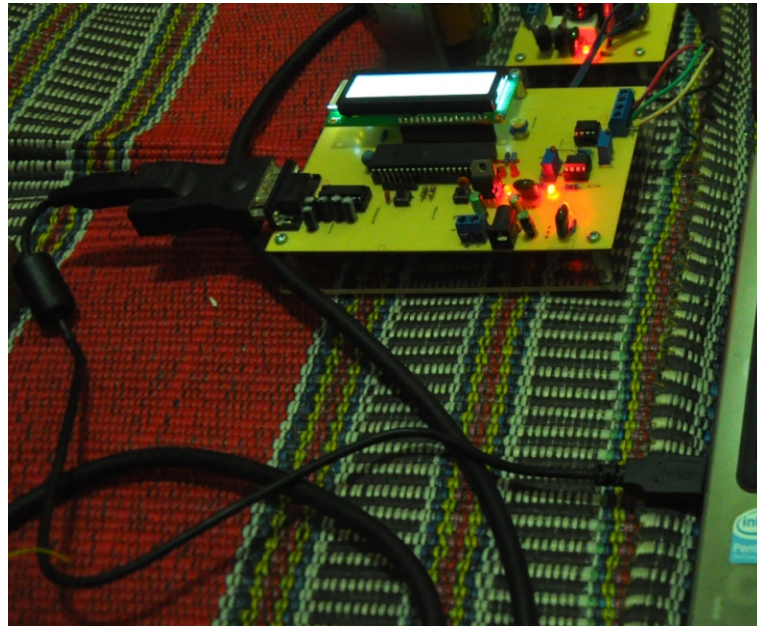
Kuning = Kabel untuk transfer data dari sensor ke rangkaian.

Silver = Kabel *ground*. Tidak perlu disambungkan.

3. Sambungkan konektor dari perangkat ADC ke komputer atau laptop.



Gambar A.2 Penyambungan konektor dari perangkat



Gambar A.3 Penyambungan kabel dari perangkat ADC ke laptop

Pada penyambungan kabel, diperlukan penginstalan driver, diakrenakan konektor serial DB9 merupakan konektor model lama yang sudah tergantikan dengan USB. Kelengkapan untuk proses instalasi sudah tersedia pada paket penjualan konektor serial DB9.

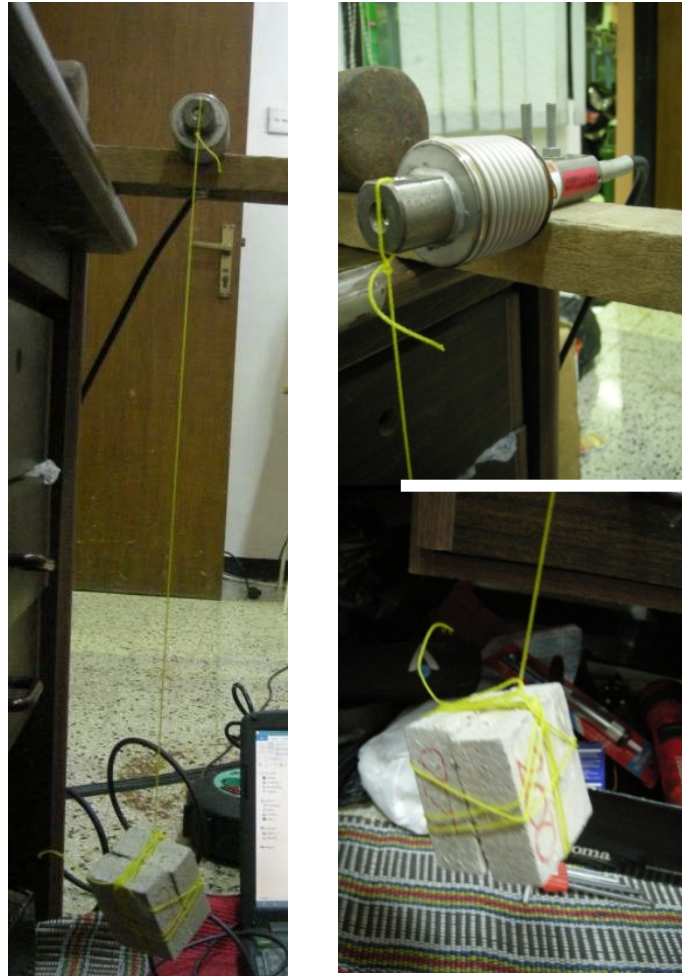
4. Agar percobaan dapat berjalan maka perlu adanya aliran listrik pada rangkaian, oleh sebab itu hasil keluaran dari rangkaian ini berupa voltase. Maka sambungkan kabel *power supply* ke listrik. Rangkaian sudah tersambung dengan benar apabila pada LCD yang terdapat di perangkat ADC sudah menyala.



Gambar A.4 LCD sebagai pembaca voltase

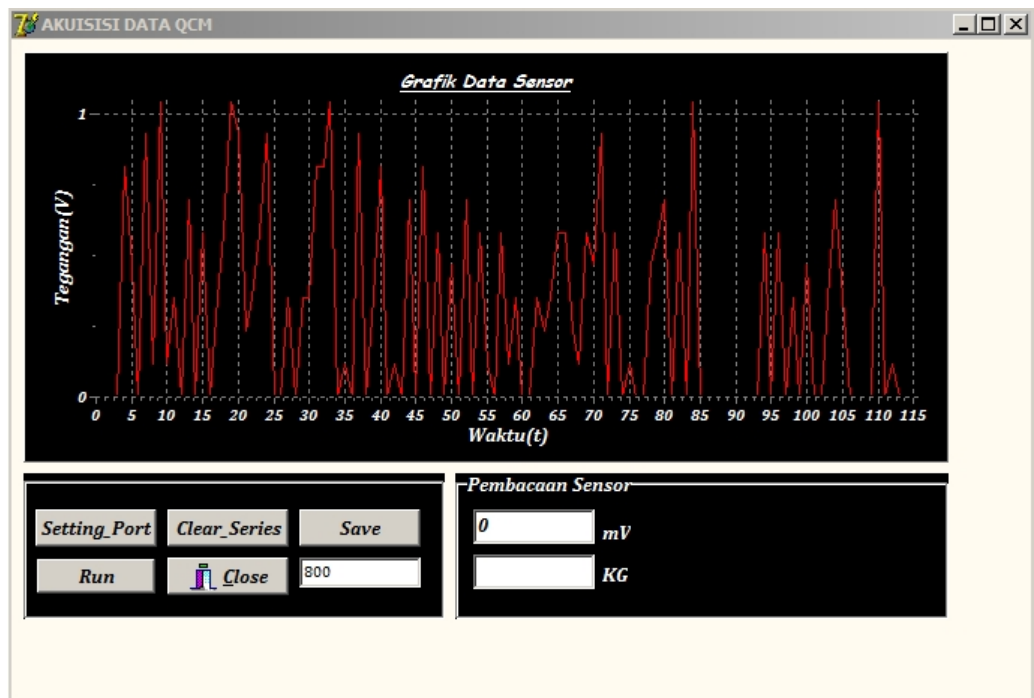
Pada LCD yang terdapat di perangkat ADC ini akan mengeluarkan angka – angka voltase, dimana apabila beban pada sensor digerakkan akan terjadi perubahan angka sesuai dengan kuatnya pergerakan beban.

5. Letakan beban agar bisa terbaca oleh perangkat ADC.



Gambar A.5 Posisi peletakan beban

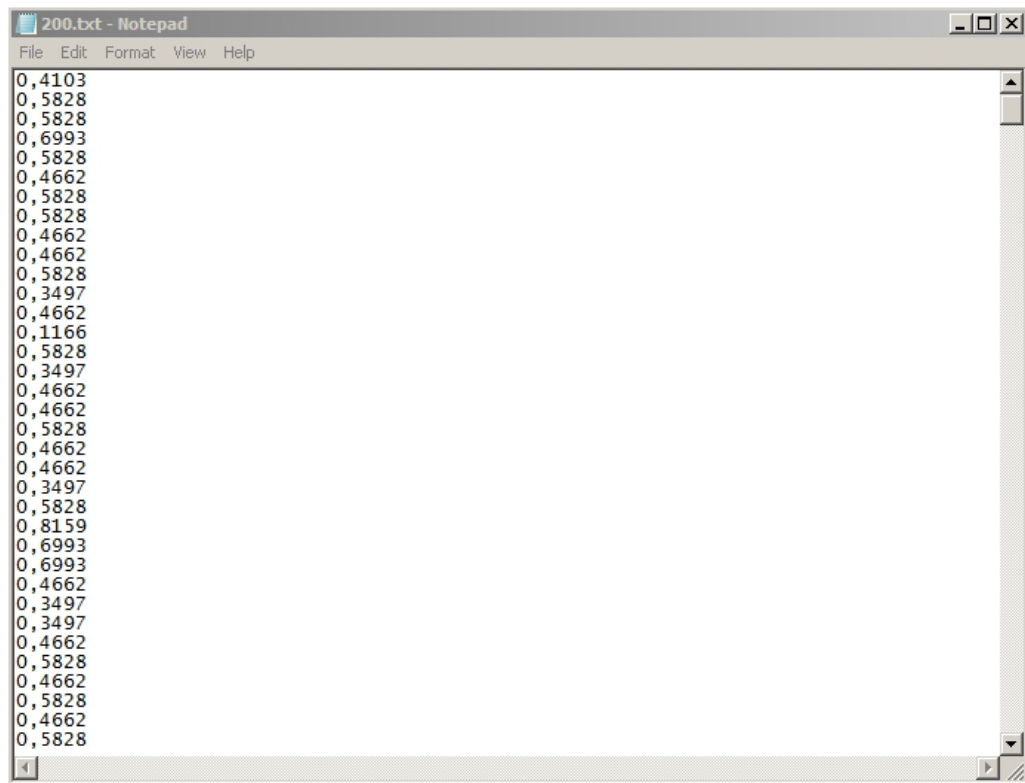
6. Setelah sensor beserta perangkat ADC terangkai dengan sempurna maka dilakukan percobaan. Agar laptop dapat membaca data yang keluar dari perangkat ADC maka diperlukan perangkat lunak akusisi data QCM, software ini tidak perlu diinstal di dalam laptop, pengguna hanya tinggal menjalankan saja.



Gambar A.6 Tampilan perangkat lunak akusisi data QCM pada saat dijalankan

Adapun fungsi – fungsi tombol pada perangkat lunak ini sebagai berikut :

- a. Tombol Setting_Port. Berfungsi menyetting konektor yang digunakan
 - b. Tombol Clear_Series. Membersihkan data yang terekam.
 - c. Tombol Save. Menyimpan data dalam bentuk .txt, yang nama dari file dapat kita beri sendiri pada kolom putih di bawahnya.
 - d. Tombol Run/Stop. Menjalankan dan mengakhiri proses perekaman data.
 - e. Tombol Close. Menutup perangkat lunak akusisi data QCM
 - f. Kolom Pembacaan Sensor. Menampilkan bacaan voltase yang terekam dalam bentuk angka.
 - g. Gambar Grafik Data Sensor. Menampilkan bacaan data voltase yang terekam dalam bentuk grafik.
7. Setelah selesai melakukan pengujian didapatkanlah hasil bacaan sesuai dengan yang dibutuhkan.

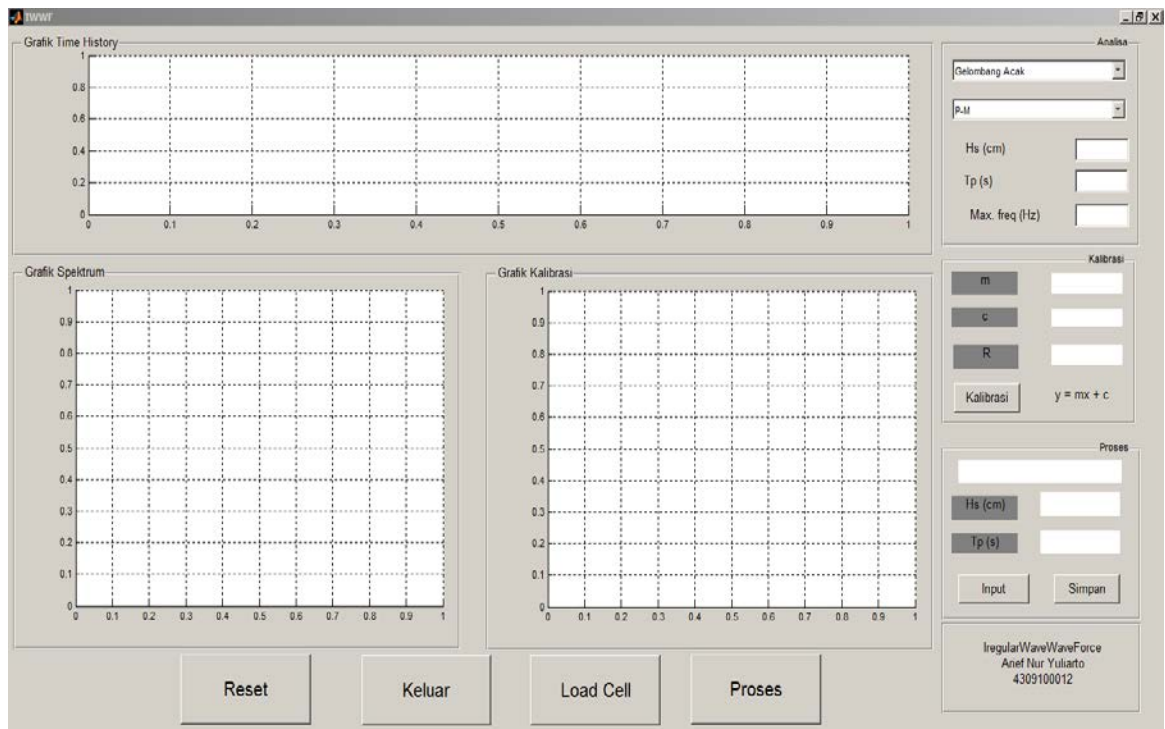


Gambar A.7 penyajian data keluaran dari perangkat lunak akusisi data QCM

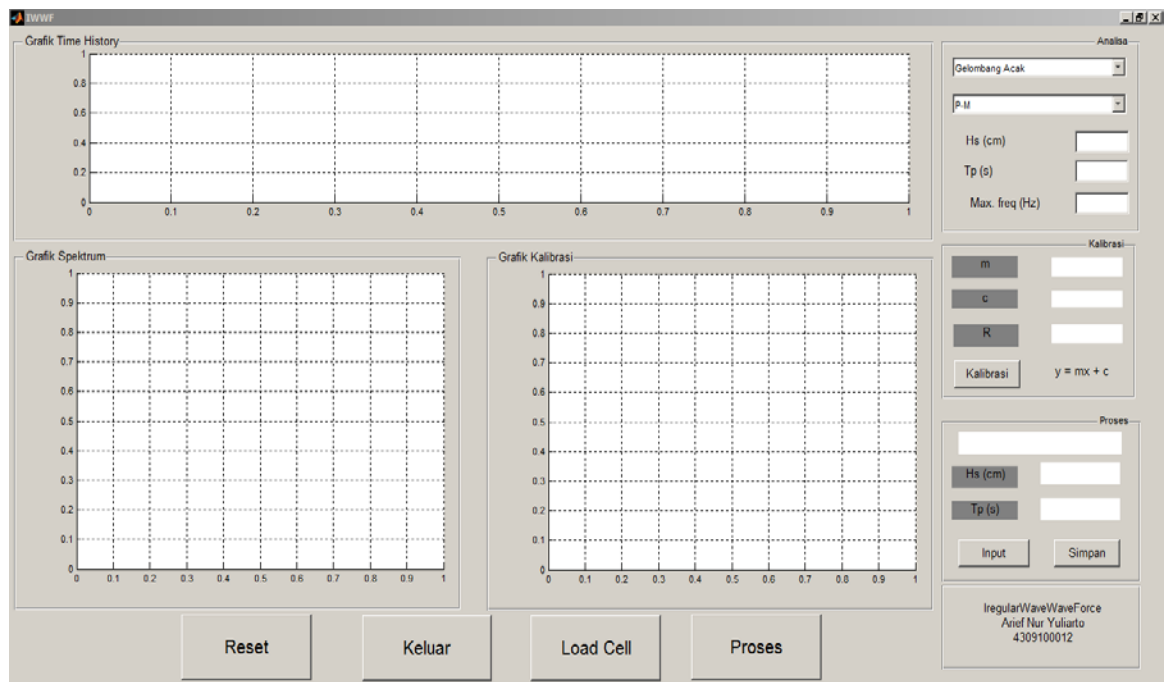
Setelah mendapatkan data untuk gaya gelombang selanjutnya diperlukan data elevasi gelombang untuk menganalisa gelombang acak yang terjadi. Pengambilan data elevasi gelombang menggunakan data percobaan yang pernah dilakukan sebelumnya. Langkah – langkah untuk mendapatkan data elevasi gelombang sebagai berikut :

1. Data mentah yang telah ada berformat (*.TMH) diubah dengan menggunakan Refana.xls.
2. Perubahan format file dari (*.TMH) menjadi (*.xls) sehingga dapat dibaca oleh perangkat lunak yang akan dibuat.

LAMPIRAN B
TAMPILAN PERANGKAT
LUNAK

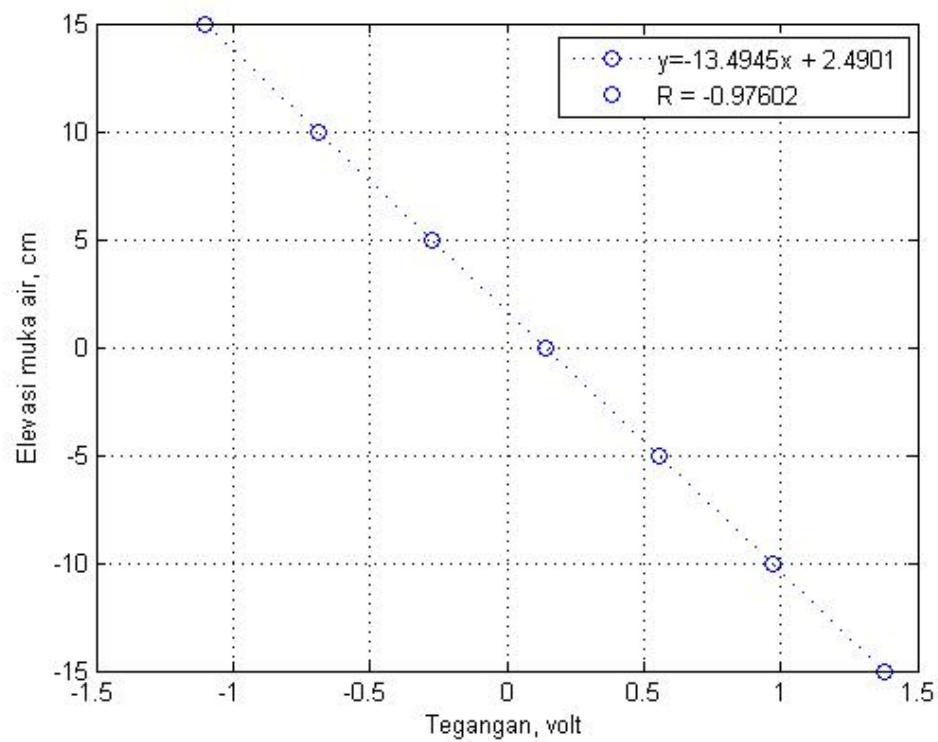


Gambar B.1 Tampilan *User Interface* IWWF

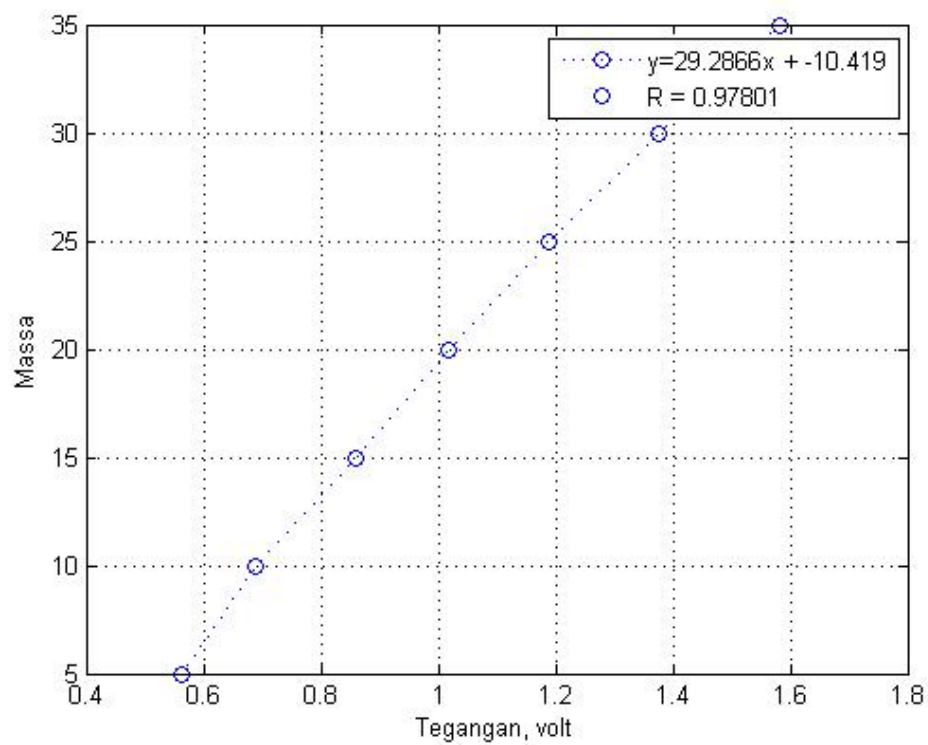


Gambar B.2 Tampilan *User Interface* IWWF pada saat melakukan proses analisa

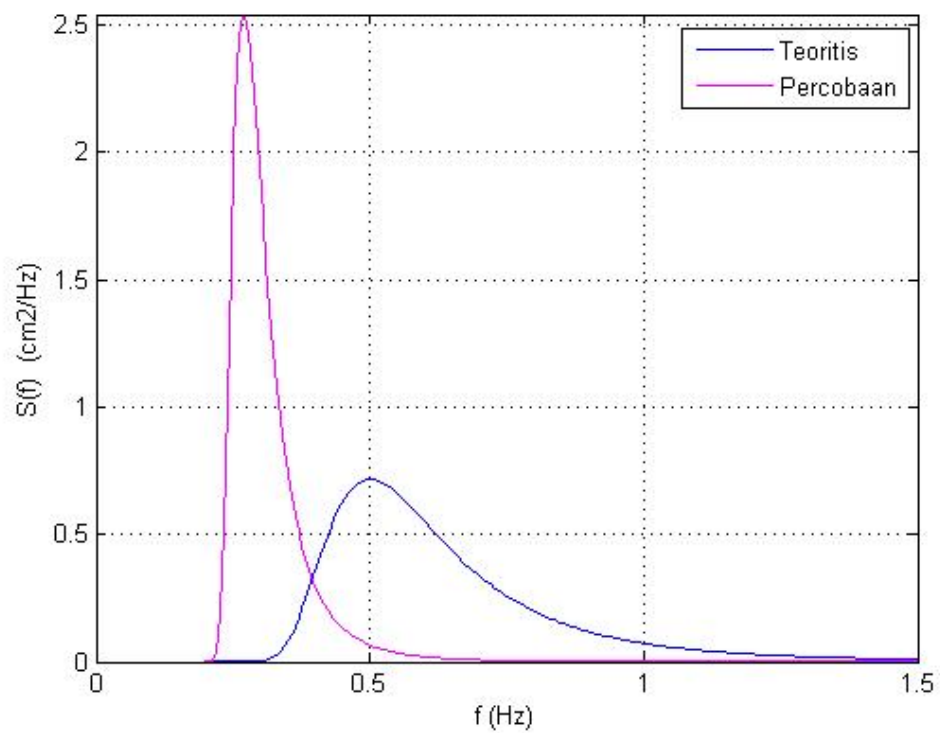
LAMPIRAN C
HASIL OUTPUT PERANGKAT
LUNAK



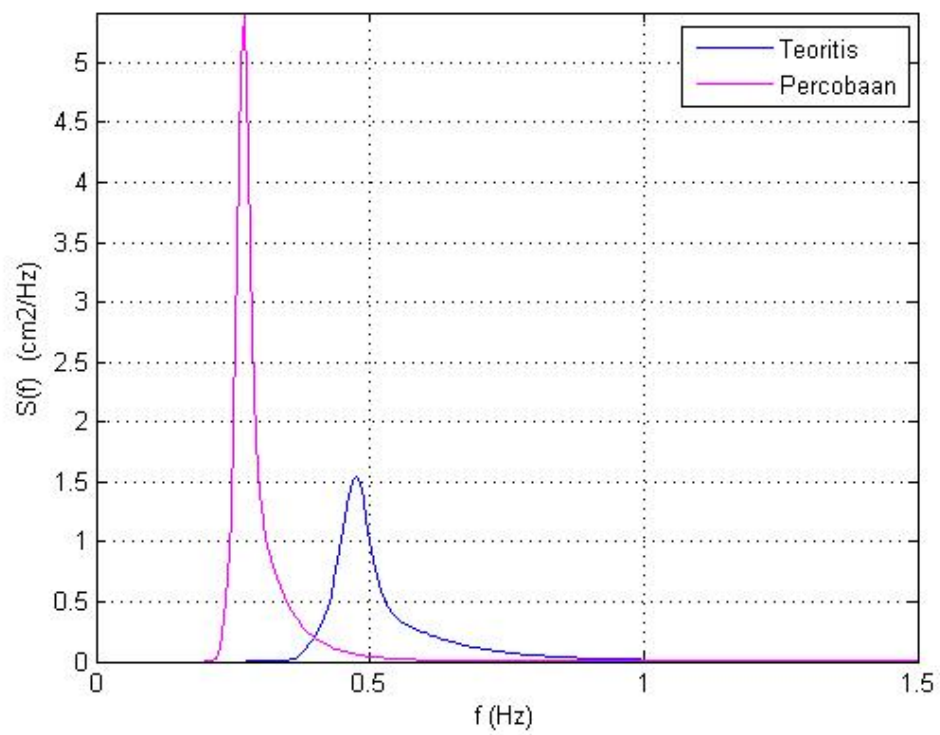
Gambar C.1 Grafik kalibrasi gelombang acak



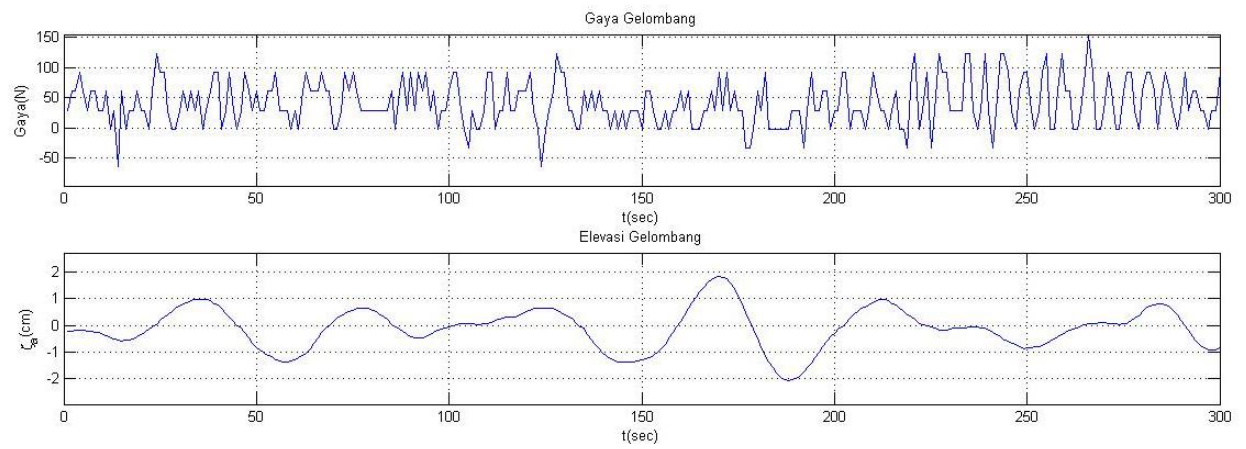
Gambar C.2 Grafik kalibrasi gaya gelombang



Gambar C.4 Grafik Spektra P-M



Gambar C.3 Grafik Spektra JOSNWAP



Gambar C.5 Grafik kolerasi gaya gelombang – elevasi gelombang

Tampilan File Output Gaya Gelombang

Waktu Pemrosesan : 03-Aug-2014 22:03:40

Perhitungan Gaya Gelombang Perangkat Lunak Terpadu IWWF

Besar tegangan yang terjadi pada tali juga merupakan besar gaya gelombang yang terjadi karena hubungan antara massa dengan voltase berbanding lurus semakin besar gaya gelombang semakin besar pula tegangan yang terjadi pada tali

$$y = 29.287x + -10.419$$

Voltase	Massa	Gaya	0,3497	-0,1775	-1,6290
0,4662	3,2344	29,6922	0,5828	6,6493	61,0402
0,5828	6,6493	61,0402	0,8159	13,4760	123,7094
0,5828	6,6493	61,0402	0,6993	10,0612	92,3614
0,6993	10,0612	92,3614	0,6993	10,0612	92,3614
0,5828	6,6493	61,0402	0,4662	3,2344	29,6922
0,4662	3,2344	29,6922	0,3497	-0,1775	-1,6290
0,5828	6,6493	61,0402	0,3497	-0,1775	-1,6290
0,5828	6,6493	61,0402	0,4662	3,2344	29,6922
0,4662	3,2344	29,6922	0,5828	6,6493	61,0402
0,4662	3,2344	29,6922	0,4662	3,2344	29,6922
0,5828	6,6493	61,0402	0,5828	6,6493	61,0402
0,3497	-0,1775	-1,6290	0,4662	3,2344	29,6922
0,4662	3,2344	29,6922	0,5828	6,6493	61,0402
0,1166	-7,0042	-64,2982	0,3497	-0,1775	-1,6290
0,5828	6,6493	61,0402	0,4662	3,2344	29,6922
0,3497	-0,1775	-1,6290	0,5828	6,6493	61,0402
0,4662	3,2344	29,6922	0,6993	10,0612	92,3614
0,4662	3,2344	29,6922	0,6993	10,0612	92,3614
0,5828	6,6493	61,0402	0,3497	-0,1775	-1,6290
0,4662	3,2344	29,6922	0,4662	3,2344	29,6922
0,4662	3,2344	29,6922	0,6993	10,0612	92,3614

0,4662	3,2344	29,6922	0,5828	6,6493	61,0402
0,3497	-0,1775	-1,6290	0,6993	10,0612	92,3614
0,4662	3,2344	29,6922	0,5828	6,6493	61,0402
0,6993	10,0612	92,3614	0,4662	3,2344	29,6922
0,5828	6,6493	61,0402	0,4662	3,2344	29,6922
0,4662	3,2344	29,6922	0,4662	3,2344	29,6922
0,5828	6,6493	61,0402	0,4662	3,2344	29,6922
0,4662	3,2344	29,6922	0,4662	3,2344	29,6922
0,4662	3,2344	29,6922	0,4662	3,2344	29,6922
0,5828	6,6493	61,0402	0,4662	3,2344	29,6922
0,5828	6,6493	61,0402	0,4662	3,2344	29,6922
0,6993	10,0612	92,3614	0,5828	6,6493	61,0402
0,4662	3,2344	29,6922	0,3497	-0,1775	-1,6290
0,4662	3,2344	29,6922	0,5828	6,6493	61,0402
0,4662	3,2344	29,6922	0,6993	10,0612	92,3614
0,3497	-0,1775	-1,6290	0,4662	3,2344	29,6922
0,4662	3,2344	29,6922	0,6993	10,0612	92,3614
0,3497	-0,1775	-1,6290	0,4662	3,2344	29,6922
0,5828	6,6493	61,0402	0,6993	10,0612	92,3614
0,6993	10,0612	92,3614	0,5828	6,6493	61,0402
0,5828	6,6493	61,0402	0,6993	10,0612	92,3614
0,5828	6,6493	61,0402	0,4662	3,2344	29,6922
0,5828	6,6493	61,0402	0,5828	6,6493	61,0402
0,6993	10,0612	92,3614	0,3497	-0,1775	-1,6290
0,5828	6,6493	61,0402	0,4662	3,2344	29,6922
0,5828	6,6493	61,0402	0,4662	3,2344	29,6922
0,3497	-0,1775	-1,6290	0,5828	6,6493	61,0402
0,3497	-0,1775	-1,6290	0,6993	10,0612	92,3614
0,4662	3,2344	29,6922	0,6993	10,0612	92,3614
0,6993	10,0612	92,3614	0,4662	3,2344	29,6922

0,3497	-0,1775	-1,6290	0,3497	-0,1775	-1,6290
0,2331	-3,5923	-32,9771	0,5828	6,6493	61,0402
0,4662	3,2344	29,6922	0,4662	3,2344	29,6922
0,3497	-0,1775	-1,6290	0,5828	6,6493	61,0402
0,3497	-0,1775	-1,6290	0,4662	3,2344	29,6922
0,4662	3,2344	29,6922	0,5828	6,6493	61,0402
0,6993	10,0612	92,3614	0,4662	3,2344	29,6922
0,6993	10,0612	92,3614	0,4662	3,2344	29,6922
0,3497	-0,1775	-1,6290	0,3497	-0,1775	-1,6290
0,4662	3,2344	29,6922	0,4662	3,2344	29,6922
0,4662	3,2344	29,6922	0,3497	-0,1775	-1,6290
0,6993	10,0612	92,3614	0,4662	3,2344	29,6922
0,4662	3,2344	29,6922	0,3497	-0,1775	-1,6290
0,4662	3,2344	29,6922	0,4662	3,2344	29,6922
0,5828	6,6493	61,0402	0,4662	3,2344	29,6922
0,5828	6,6493	61,0402	0,4662	3,2344	29,6922
0,5828	6,6493	61,0402	0,3497	-0,1775	-1,6290
0,6993	10,0612	92,3614	0,5828	6,6493	61,0402
0,4662	3,2344	29,6922	0,5828	6,6493	61,0402
0,3497	-0,1775	-1,6290	0,4662	3,2344	29,6922
0,1166	-7,0042	-64,2982	0,3497	-0,1775	-1,6290
0,3497	-0,1775	-1,6290	0,3497	-0,1775	-1,6290
0,4662	3,2344	29,6922	0,4662	3,2344	29,6922
0,5828	6,6493	61,0402	0,3497	-0,1775	-1,6290
0,8159	13,4760	123,7094	0,4662	3,2344	29,6922
0,6993	10,0612	92,3614	0,4662	3,2344	29,6922
0,6993	10,0612	92,3614	0,5828	6,6493	61,0402
0,4662	3,2344	29,6922	0,4662	3,2344	29,6922
0,4662	3,2344	29,6922	0,5828	6,6493	61,0402
0,3497	-0,1775	-1,6290	0,3497	-0,1775	-1,6290

0,3497	-0,1775	-1,6290	0,6993	10,0612	92,3614
0,3497	-0,1775	-1,6290	0,4662	3,2344	29,6922
0,4662	3,2344	29,6922	0,4662	3,2344	29,6922
0,4662	3,2344	29,6922	0,5828	6,6493	61,0402
0,5828	6,6493	61,0402	0,5828	6,6493	61,0402
0,4662	3,2344	29,6922	0,3497	-0,1775	-1,6290
0,6993	10,0612	92,3614	0,4662	3,2344	29,6922
0,4662	3,2344	29,6922	0,4662	3,2344	29,6922
0,6993	10,0612	92,3614	0,6993	10,0612	92,3614
0,4662	3,2344	29,6922	0,6993	10,0612	92,3614
0,5828	6,6493	61,0402	0,3497	-0,1775	-1,6290
0,4662	3,2344	29,6922	0,4662	3,2344	29,6922
0,4662	3,2344	29,6922	0,4662	3,2344	29,6922
0,2331	-3,5923	-32,9771	0,4662	3,2344	29,6922
0,2331	-3,5923	-32,9771	0,3497	-0,1775	-1,6290
0,3497	-0,1775	-1,6290	0,4662	3,2344	29,6922
0,5828	6,6493	61,0402	0,6993	10,0612	92,3614
0,4662	3,2344	29,6922	0,5828	6,6493	61,0402
0,6993	10,0612	92,3614	0,4662	3,2344	29,6922
0,3497	-0,1775	-1,6290	0,4662	3,2344	29,6922
0,3497	-0,1775	-1,6290	0,3497	-0,1775	-1,6290
0,3497	-0,1775	-1,6290	0,4662	3,2344	29,6922
0,3497	-0,1775	-1,6290	0,5828	6,6493	61,0402
0,3497	-0,1775	-1,6290	0,3497	-0,1775	-1,6290
0,3497	-0,1775	-1,6290	0,3497	-0,1775	-1,6290
0,4662	3,2344	29,6922	0,2331	-3,5923	-32,9771
0,4662	3,2344	29,6922	0,6993	10,0612	92,3614
0,4662	3,2344	29,6922	0,8159	13,4760	123,7094
0,2331	-3,5923	-32,9771	0,3497	-0,1775	-1,6290
0,4662	3,2344	29,6922	0,4662	3,2344	29,6922

0,6993	10,0612	92,3614	0,6993	10,0612	92,3614
0,2331	-3,5923	-32,9771	0,8159	13,4760	123,7094
0,4662	3,2344	29,6922	0,3497	-0,1775	-1,6290
0,8159	13,4760	123,7094	0,3497	-0,1775	-1,6290
0,6993	10,0612	92,3614	0,5828	6,6493	61,0402
0,6993	10,0612	92,3614	0,8159	13,4760	123,7094
0,4662	3,2344	29,6922	0,5828	6,6493	61,0402
0,4662	3,2344	29,6922	0,5828	6,6493	61,0402
0,4662	3,2344	29,6922	0,3497	-0,1775	-1,6290
0,4662	3,2344	29,6922	0,3497	-0,1775	-1,6290
0,8159	13,4760	123,7094	0,4662	3,2344	29,6922
0,8159	13,4760	123,7094	0,6993	10,0612	92,3614
0,4662	3,2344	29,6922	0,9324	16,8879	155,0306
0,3497	-0,1775	-1,6290	0,6993	10,0612	92,3614
0,4662	3,2344	29,6922	0,3497	-0,1775	-1,6290
0,8159	13,4760	123,7094	0,3497	-0,1775	-1,6290
0,4662	3,2344	29,6922	0,4662	3,2344	29,6922
0,2331	-3,5923	-32,9771	0,6993	10,0612	92,3614
0,4662	3,2344	29,6922	0,5828	6,6493	61,0402
0,8159	13,4760	123,7094	0,3497	-0,1775	-1,6290
0,8159	13,4760	123,7094	0,3497	-0,1775	-1,6290
0,6993	10,0612	92,3614	0,5828	6,6493	61,0402
0,4662	3,2344	29,6922	0,6993	10,0612	92,3614
0,3497	-0,1775	-1,6290	0,6993	10,0612	92,3614
0,5828	6,6493	61,0402	0,4662	3,2344	29,6922
0,6993	10,0612	92,3614	0,3497	-0,1775	-1,6290
0,6993	10,0612	92,3614	0,5828	6,6493	61,0402
0,4662	3,2344	29,6922	0,6993	10,0612	92,3614
0,3497	-0,1775	-1,6290	0,6993	10,0612	92,3614
0,4662	3,2344	29,6922	0,5828	6,6493	61,0402

0,3497	-0,1775	-1,6290
0,5828	6,6493	61,0402
0,6993	10,0612	92,3614
0,5828	6,6493	61,0402
0,4662	3,2344	29,6922
0,3497	-0,1775	-1,6290
0,4662	3,2344	29,6922
0,6993	10,0612	92,3614
0,4662	3,2344	29,6922
0,5828	6,6493	61,0402
0,5828	6,6493	61,0402
0,4662	3,2344	29,6922
0,4662	3,2344	29,6922
0,3497	-0,1775	-1,6290
0,4662	3,2344	29,6922
0,4662	3,2344	29,6922
0,6993	10,0612	92,3614
0,5828	6,6493	61,0402

Tampilan File Output Gelombang Acak

Waktu Pemrosesan : 30-July-2014 10:32:24

Analisa Gelombang Acak Perangkat Lunak Terpadu IWWF

#####

Output Analisa

Regresi Linear

$$y = 13.4945x + 2.4901$$

Korelasi Linear

$$R^2 = -0.97602$$

+++++

Karakteristik Gelombang

Zeroth Moment	=	0.35970	
First Moment	=	0.41589	
Second Moment	=	0.42355	
Fourth Moment	=	0.90936	
Average Wave Period	=	5.4315	seconds
Wave Peak Period	=	4.2859	seconds
Mean Zero Crossing Period	=	5.7873	seconds
Significant Wave Height	=	2.3998	centimetres
Maximum Wave Height	=	4.2462	centimetres
Average Wave Height	=	1.4994	centimetres
rms Wave Height	=	1.3338	centimetres
Average of Highest 1/10	=	3.0467	centimetres

+++++

FFTout

Freq(Hz)	Probe 1(cm/Hz)	1.2864322e-001	5.4092745e-001
1.0000000e-001	7.2002379e-001	1.3819095e-001	5.1575266e-001
1.0954774e-001	6.6475066e-001	1.4773869e-001	5.3416745e-001
1.1909548e-001	6.0276008e-001	1.5728643e-001	7.3230624e-001

1.6683417e-001 1.0542167e+000	4.0552764e-001 5.5538526e+001
1.7638191e-001 1.8011476e+000	4.1507538e-001 4.8921344e+001
1.8592965e-001 2.8400539e+000	4.2462312e-001 4.2872459e+001
1.9547739e-001 4.8190860e+000	4.3417085e-001 3.7550565e+001
2.0502513e-001 7.9557258e+000	4.4371859e-001 3.2918160e+001
2.1457286e-001 1.1657438e+001	4.5326633e-001 2.8769382e+001
2.2412060e-001 1.8392832e+001	4.6281407e-001 2.5319957e+001
2.3366834e-001 2.5790266e+001	4.7236181e-001 2.2291580e+001
2.4321608e-001 3.5579851e+001	4.8190955e-001 2.0044022e+001
2.5276382e-001 4.6725735e+001	4.9145729e-001 1.7657957e+001
2.6231156e-001 5.8510543e+001	5.0100503e-001 1.5579339e+001
2.7185930e-001 7.1262175e+001	5.1055276e-001 1.4034076e+001
2.8140704e-001 8.2126825e+001	5.2010050e-001 1.2479012e+001
2.9095477e-001 9.1496383e+001	5.2964824e-001 1.0990404e+001
3.0050251e-001 9.8957752e+001	5.3919598e-001 9.9784784e+000
3.1005025e-001 1.0382948e+002	5.4874372e-001 8.8566526e+000
3.1959799e-001 1.0601075e+002	5.5829146e-001 7.9940221e+000
3.2914573e-001 1.0559336e+002	5.6783920e-001 7.2735742e+000
3.3869347e-001 1.0265411e+002	5.7738693e-001 6.7243809e+000
3.4824121e-001 9.8032397e+001	5.8693467e-001 6.2458194e+000
3.5778894e-001 9.2112842e+001	5.9648241e-001 5.9403589e+000
3.6733668e-001 8.5001957e+001	6.0603015e-001 5.6144697e+000
3.7688442e-001 7.8086625e+001	6.1557789e-001 5.4187805e+000
3.8643216e-001 7.0648223e+001	6.2512563e-001 5.2471683e+000
3.9597990e-001 6.2539234e+001	6.3467337e-001 5.0279217e+000

6.4422111e-001 4.8240240e+000	8.8291457e-001 8.0987847e-001
6.5376884e-001 4.6816403e+000	8.9246231e-001 7.9253675e-001
6.6331658e-001 4.5283749e+000	9.0201005e-001 7.6884401e-001
6.7286432e-001 4.4308052e+000	9.1155779e-001 7.4465725e-001
6.8241206e-001 4.2910655e+000	9.2110553e-001 7.2853105e-001
6.9195980e-001 4.2143232e+000	9.3065327e-001 7.0389075e-001
7.0150754e-001 4.0646835e+000	9.4020101e-001 6.8279627e-001
7.1105528e-001 3.8875836e+000	9.4974874e-001 6.5803817e-001
7.2060302e-001 3.6707559e+000	9.5929648e-001 6.3592213e-001
7.3015075e-001 3.3865584e+000	9.6884422e-001 6.1441344e-001
7.3969849e-001 3.0339300e+000	9.7839196e-001 5.9471792e-001
7.4924623e-001 2.6990779e+000	9.8793970e-001 5.6220720e-001
7.5879397e-001 2.3751209e+000	9.9748744e-001 5.3136654e-001
7.6834171e-001 2.0878760e+000	1.0070352e+000 4.9164567e-001
7.7788945e-001 1.8346540e+000	1.0165829e+000 4.5164293e-001
7.8743719e-001 1.6486240e+000	1.0261307e+000 4.1055465e-001
7.9698492e-001 1.5143511e+000	1.0356784e+000 3.7088990e-001
8.0653266e-001 1.4135489e+000	1.0452261e+000 3.3169509e-001
8.1608040e-001 1.3043048e+000	1.0547739e+000 3.0026175e-001
8.2562814e-001 1.2223931e+000	1.0643216e+000 2.7881659e-001
8.3517588e-001 1.1339784e+000	1.0738693e+000 2.6037085e-001
8.4472362e-001 1.0445254e+000	1.0834171e+000 2.5435068e-001
8.5427136e-001 9.6796568e-001	1.0929648e+000 2.4035741e-001
8.6381910e-001 9.0199363e-001	1.1025126e+000 2.3515612e-001
8.7336683e-001 8.6124266e-001	1.1120603e+000 2.3004552e-001

1.1216080e+000 2.2128250e-001	1.3603015e+000 1.0915500e-001
1.1311558e+000 2.1427356e-001	1.3698492e+000 1.0363093e-001
1.1407035e+000 2.0540119e-001	1.3793970e+000 9.6723553e-002
1.1502513e+000 1.9732850e-001	1.3889447e+000 9.2799536e-002
1.1597990e+000 1.8966511e-001	1.3984925e+000 8.7514873e-002
1.1693467e+000 1.8298629e-001	1.4080402e+000 8.2519942e-002
1.1788945e+000 1.7780683e-001	1.4175879e+000 7.7728487e-002
1.1884422e+000 1.7024325e-001	1.4271357e+000 7.1860978e-002
1.1979899e+000 1.6504565e-001	1.4366834e+000 6.6698699e-002
1.2075377e+000 1.6103338e-001	1.4462312e+000 6.2290302e-002
1.2170854e+000 1.5897918e-001	1.4557789e+000 5.8207700e-002
1.2266332e+000 1.5381270e-001	1.4653266e+000 5.4645477e-002
1.2361809e+000 1.5313433e-001	1.4748744e+000 5.1524599e-002
1.2457286e+000 1.5416390e-001	1.4844221e+000 4.8152884e-002
1.2552764e+000 1.5487805e-001	1.4939698e+000 4.5893666e-002
1.2648241e+000 1.5793392e-001	1.5035176e+000 4.3797650e-002
1.2743719e+000 1.5861221e-001	1.5130653e+000 4.2022032e-002
1.2839196e+000 1.5927897e-001	1.5226131e+000 4.0237656e-002
1.2934673e+000 1.5759331e-001	1.5321608e+000 3.9386575e-002
1.3030151e+000 1.5395627e-001	1.5417085e+000 3.8722318e-002
1.3125628e+000 1.4867554e-001	1.5512563e+000 3.8943630e-002
1.3221106e+000 1.4105588e-001	1.5608040e+000 3.8959099e-002
1.3316583e+000 1.3243760e-001	1.5703518e+000 3.9032358e-002
1.3412060e+000 1.2383780e-001	1.5798995e+000 3.8605384e-002
1.3507538e+000 1.1622881e-001	1.5894472e+000 3.8044764e-002

1.5989950e+000 3.6959705e-002	1.8376884e+000 2.6264387e-002
1.6085427e+000 3.5559449e-002	1.8472362e+000 2.5376456e-002
1.6180905e+000 3.3983538e-002	1.8567839e+000 2.4634655e-002
1.6276382e+000 3.2380908e-002	1.8663317e+000 2.4063443e-002
1.6371859e+000 3.0737929e-002	1.8758794e+000 2.3217285e-002
1.6467337e+000 2.9811331e-002	1.8854271e+000 2.2260754e-002
1.6562814e+000 2.9053296e-002	1.8949749e+000 2.1264214e-002
1.6658291e+000 2.8939908e-002	1.9045226e+000 1.9863077e-002
1.6753769e+000 2.9238976e-002	1.9140704e+000 1.8565426e-002
1.6849246e+000 3.0085693e-002	1.9236181e+000 1.7258622e-002
1.6944724e+000 3.1480953e-002	1.9331658e+000 1.5936582e-002
1.7040201e+000 3.3184023e-002	1.9427136e+000 1.4714943e-002
1.7135678e+000 3.5224379e-002	1.9522613e+000 1.3732948e-002
1.7231156e+000 3.6865756e-002	1.9618090e+000 1.2684159e-002
1.7326633e+000 3.8450922e-002	1.9713568e+000 1.1994137e-002
1.7422111e+000 3.9151287e-002	1.9809045e+000 1.1268546e-002
1.7517588e+000 3.9482105e-002	1.9904523e+000 1.0637402e-002
1.7613065e+000 3.9056115e-002	2.0000000e+000 1.0171487e-002
1.7708543e+000 3.7872457e-002	
1.7804020e+000 3.6014182e-002	
1.7899497e+000 3.4238124e-002	
1.7994975e+000 3.2085423e-002	
1.8090452e+000 3.0064811e-002	
1.8185930e+000 2.8344484e-002	
1.8281407e+000 2.7260486e-002	

BIODATA PENULIS



Arief Nur Yulianto lahir di Mojokerto, 01 Januari 1992. Penulis menempuh pendidikan di SDN Cipta Dharma - Denpasar (1997-2003), SMPN 3 Malang (2003-2006), SMAN 10 Malang (2006-2009). Pada tahun 2009, penulis melanjutkan studi S-1 di Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Selama masa kuliah, penulis aktif mengikuti beberapa kegiatan, pelatihan, seminar, dan organisasi. Salah satunya, menjadi pengurus Unit Kegiatan Mahasiswa Olah Raga Air (UKM OR-Air) sebagai staf Bendahara I selama satu periode kepengurusan (2011-2012). Pada tahun 2012, penulis berkesempatan untuk melaksanakan kerja praktik di PT ADHI KARYA selama satu bulan dan pada tahun 2013 penulis berkesempatan untuk melaksanakan kerja praktik di Balai Wilayah Sungai Penida selama dua bulan. Pada tahun 2013, penulis juga berkesempatan untuk berpartisipasi sebagai peserta dalam Pekan Ilmiah Mahasiswa Nasional (PIMNAS) bidang Program Kreativitas Mahasiswa Gagasan Tertulis (PKM-GT) yang diselenggarakan oleh DIKTI. Penulis memiliki minat di bidang teknik pantai dan pelabuhan laut, sehingga judul tugas akhir yang diambil berhubungan dengan bidang teknik pantai.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan pembahasan analisa dan langkah – langkah penggunaan perangkat lunak terintegrasi, berdasarkan perumusan masalah bagaimana langkah – langkah dalam membangun perangkat lunak terintegrasi, maka dapat diambil kesimpulan.

1. Sensor yang cocok untuk digunakan dengan perangkat lunak ini adalah sensor load cell yang terdapat di Laboratorium Energi dan Lingkungan Laut, Jurusan Teknik Kelautan, FTK-ITS.
2. Proses penggunaan perangkat lunak terintegrasi ini dimulai dari persiapan, proses kalibrasi, dan dilanjutkan dengan proses analisa.
3. Kinerja dari perangkat lunak berdasarkan pengujian yang telah dilakukan terbukti cukup berjalan dengan sebagaimana mestinya. Hal ini dibuktikan dengan pengujian analisa yang dilakukan telah sesuai dengan persamaan – persamaan yang digunakan dalam perhitungan gelombang acak dan gaya gelombang.

5.2. Saran

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan perangkat lunak ini masih dapat untuk dikembangkan dengan menggunakan persamaan dari berbagai macam analisa yang masih berhubungan dengan gelombang acak dan gaya gelombang. Dimana nantinya pengembangan ini berguna untuk pengujian yang sering dilakukan oleh mahasiswa ataupun dosen di lingkungan Laboratorium Energi dan Lingkungan Laut, Jurusan Teknik Kelautan, FTK-ITS. Selain itu pengembangan perlu dilakukan untuk mencapai keakuratan pada hasil analisa.

Pengambilan data gelombang belum sempat dilakukan karena *wave tank* yang masih dalam proses perbaikan, sehingga kedepannya perlu dilakukan pengambilan data *real* guna meningkatkan hasil dari analisa ada perangkat lunak. Selain itu langkah – langkah tera ulang pada perangkat keras yang digunakan untuk percobaan perlu dilakukan. Keakuratan data dari perangkat keras ini sangat dibutuhkan untuk menunjang hasil yang maksimal dalam penggunaan perangkat lunak terintegrasi.